



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

TESIS

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**“DIMENSIONAMIENTO DE LOS ALIMENTADORES
PRINCIPALES DE LA RED DE DISTRIBUCION EN
BAJA TENSION PARA EL EDIFICIO CAVENECIA –
LIMA, MEDIANTE EL USO DE DUCTOBARRAS”**

Presentado Por:

Bach. JOSÉ ALBERTO LAMADRID MESONES

Asesor:

Ing. Msc. CARLOS JAVIER COTRINA SAAVEDRA

LAMBAYEQUE – PERÚ

Agosto - 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

TESIS

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO

ELECTRICISTA

**“DIMENSIONAMIENTO DE LOS ALIMENTADORES
PRINCIPALES DE LA RED DE DISTRIBUCION EN
BAJA TENSION PARA EL EDIFICIO CAVENECIA –
LIMA, MEDIANTE EL USO DE DUCTOBARRAS”**

Presentado Por:

Bach. JOSÉ ALBERTO LAMADRID MESONES

Aprobado por el Jurado Examinador

PRESIDENTE: Msc ING. SEGUNDO ABELARDO HORNA TORRES

SECRETARIO: Dr. DANIEL CARRANZA MONTENEGRO

MIEMBRO: Dr. JORGE NOMBERRA TEMOCHE

ASESOR: Msc. ING CARLOS JAVIER COTRINA SAAVEDRA

Lambayeque – Perú

Agosto - 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL

“PEDRO RUIZ GALLO”

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



TESIS

TITULO

**“DIMENSIONAMIENTO DE LOS ALIMENTADORES PRINCIPALES DE LA
RED DE DISTRIBUCION EN BAJA TENSION PARA EL EDIFICIO
CAVENECIA – LIMA, MEDIANTE EL USO DE DUCTOBARRAS”**

CONTENIDOS

CAPITULO I: PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO.

CAPITULO IV: PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN

CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES.

AUTOR: Bach. JOSÉ ALBERTO LAMADRID MESONES

Msc ING. SEGUNDO HORNA TORRES
PRESIDENTE

Dr. DANIEL CARRANZA MONTENEGRO
SECRETARIO

Dr. JORGE NOMBRA TEMOCHE
MIEMBRO

Msc ING. CARLOS COTRINA SAAVEDRA
ASESOR

Lambayeque – Perú
Agosto - 2018

DEDICATORIA

A mis Queridos Padres, Clorinda Inés Mesones Martínez y Ernesto Lamadrid Visueta, por ser la fuente primordial de todos mis sueños, por siempre incentivarme a seguir adelante y alcanzar todos mis sueños, por enseñarme a ser un hombre luchador y emprendedor, siempre le agradezco a Dios por darme los mejores padres, este logro es para ustedes.

A mi querida tía María Úrsula Mesones Martínez, quien en todo momento me incentivo a seguir adelante.

A mi abuela Rosa Mercedes Martínez Cabrera, quien sé que me apoya y cuida en todo momento desde el cielo.

A mis tres maravillosos hermanos Ernesto, Sergio y Milagros, por darme la fuerza para siempre salir adelante y siempre creer en mi potencial y ayudarme en los momentos duros.

José Alberto Lamadrid Mesones

AGRADECIMIENTO

A Dios Todo Poderoso por darnos la fe que necesitamos.

A mis padres y hermanos, por siempre apoyarme, por brindarme todo ese amor que me llenó de fuerza para cumplir esta meta, por nunca abandonarme durante toda mi carrera y durante los momentos difíciles.

A mi querida abuela Rosa Mercedes Martínez Cabrera y a mi tía María Úrsula Mesones Martínez, quien en todo momento es un incentivo a seguir adelante.

A mi primo Juan Carlos Agurto Mesones, quien siempre estuvo aconsejándome y apoyándome en seguir progresando y siendo una inspiración para seguir creciendo.

A mi asesor Ing. Msc. Carlos Javier Cotrina Saavedra, por su apoyo, paciencia y ser el conductor de este trabajo.

A la ilustre Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo por abrirme las puertas y permitirme obtener todos los conocimientos.

José Alberto Lamadrid Mesones

RESUMEN

En la presente tesis se ha realizado la investigación pertinente sobre el dimensionamiento de los alimentadores principales en la red de distribución eléctrica en baja tensión, en el cual se plantea de manera básica un comparativo entre el sistema convencional basado en cables, y bandejas y el uso del sistema de ducto barra con el fin de determinar las ventajas de este último sobre el sistema convencional.

Se dio inicio con la recolección de información referente a un análisis respectivo de la situación actual del sistema eléctrico peruano, en la cual se observó que el sistema eléctrico convencional tiene muchas desventajas como caída de tensión, la poca flexibilidad en la instalación, el alto costo de mantenimiento y la dificultad de su instalación tanto en tiempo como en espacio lo cual nos lleva a implementar nuevas tecnologías que nos ofrezcan la misma función con menores costos y mayores beneficios.

Luego de haber observado las dificultades que posee el actual sistema eléctrico convencional y habiendo realizado un análisis del valor actual neto se hace necesario la implementación del sistema de ducto barras en el sistema de baja tensión con el fin de mejorar la distribución eléctrica en el edificio.

Para la cual necesitaremos un presupuesto de 214 091,12 soles. Y Se observa que con el uso del sistema de ducto barra se tiene un ahorro de 81 228,69 soles (Tabla 24) con respecto al sistema convencional para un horizonte de 40 años.

Palabras claves: Ducto Barra, Sistema Convencional y Caída de Tensión

ABSTRACT

In the present thesis the pertinent investigation has been carried out on the electrical installations in low tension, in which a basic way is considered a comparison between the conventional system based on cables, and trays and the use of the bar duct system in order to determine the advantages of the latter over the conventional system.

It began with the collection of information regarding a respective analysis of the current situation of the Peruvian electrical system, which observed that the conventional electrical system has many disadvantages such as voltage drop, the lack of flexibility in the installation, the high cost maintenance and the difficulty of its installation both in time and space which leads us to implement new technologies that offer us the same function with lower costs and greater benefits.

After having observed the difficulties of the current conventional electrical system and having made an analysis of the net present value rate of, it is necessary to implement the bar duct system in the low voltage system in order to improve the electrical distribution in the building.

For which we will need a budget of 214 091.12 soles. And it is observed that with the use of the bar duct system there is a saving of 81 228.69 soles (Table 24) with respect to the conventional system for a horizon of 40 years.

Key words: Bar Duct, Conventional System and Voltage Drop

ÍNDICE

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vi
ÍNDICE	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
INTRODUCCION	1
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.1. Realidad Problemática	3
1.2. Formulación del Problema	4
1.3. Delimitación de la Tesis	4
1.4. Justificación e Importancia de la Tesis	6
1.5. Limitaciones de la Tesis	7
1.6. Objetivos de la Tesis	7
1.6.1. Objetivo General	7
1.6.2. Objetivo Específicos	7
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes de Estudios	8
2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema desarrollado	10
2.2.1. Definición de ducto barra.	10
2.2.2. Característica y ventajas de un sistema de distribución eléctrica en baja tensión compuesto por ducto barras.	11
2.2.3. Historia del ducto barra.	15
2.2.4. Componentes de la ducto barra.	16
2.2.5. Clasificación de la Ducto Barra.	25
2.2.6. Accesorios del Sistema de Ducto Barra.	32
2.2.7. Normas y Especificaciones para la Ducto Barra.	40
2.2.8. Evaluación del Proyecto de Inversión	40
2.3. Definición conceptual de la terminología empleada.	45

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	49
3.1 Tipo y diseño de investigación	49
3.2 Población y muestra.....	49
3.3 Hipótesis	49
3.4 Operacionalización de variables.....	49
3.5 Métodos y Técnicas de Investigación.....	50
3.6 Descripción de los instrumentos utilizados	51
3.7 Análisis Estadístico e interpretación de los datos	52
CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN	53
4.1 Descripción de la propuesta.....	53
4.1.1 Ducto barra para servicios generales.....	53
4.1.2 Ducto Barra para Tableros.....	53
4.1.3 Ducto Barra para Chiller	54
CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	55
5.1 Selección de Ducto Barras.....	55
5.1.1 Ducto Barra para Tableros.....	55
5.1.2 Ducto Barra para el Chiller.....	60
5.1.3 Ducto Barra para Servicios Generales	63
5.1.4 Los planos de diseño	66
5.2 El listado de piezas del sistema de ducto barra.....	67
5.2.1 Los metros lineales.....	67
5.2.2 Los accesorios.....	67
5.2.3 Listado de piezas del sistema de ducto barra de servicios generales (400 A)	68
5.2.4 Listado de piezas del sistema ducto barra de tableros (1000 A) ..	69
5.2.5 Listado de piezas del sistema ducto barra del chiller (800 A).....	69
5.3 Comparativo Económico Entre el Sistema Convencional y el Sistema Ducto Barra.....	70
5.3.1 Calculo del Calibre de Alimentadores en el Sistema Convencional 70	
5.3.2 Presupuestos del Sistema Convencional.....	73
5.3.3 Presupuesto del Sistema de Ducto Barra	79
5.3.4 Comparativo en Mantenimiento	83

5.3.5 Análisis de costos del diseño e implementación de ducto barras para el edificio Cavenecia.....	85
CONCLUSIONES	92
Conclusiones	92
BIBLIOGRAFÍA.....	93
ANEXOS.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Amperaje del Ducto Barra Según el Material	17
Tabla 2 Multiplicador de Amperaje por Temperatura	18
Tabla 3 Rango de Amperaje Según el Material	20
Tabla 4 Rango del Amperaje Según el Material. Dos Barras por Polo	21
Tabla 5 Variables y Características	50
Tabla 6 Máxima Demanda de la Ducto Barra para Tableros	57
Tabla 7 Tabla de Caída de Tensión en Ducto Barras de Aluminio	59
Tabla 8 Máxima Demanda de la Ducto Barra del Chiller	61
Tabla 9 Máxima Demanda de la Ducto Barra de Servicios Generales	64
Tabla 10 Listado de Piezas de la Ducto Barra de Servicios Generales	68
Tabla 11 Listado de Piezas de la Ducto Barra de Tableros	69
Tabla 12 Listado de Piezas de la Ducto Barra del Chiller	69
Tabla 13 Caída de Tensión para el Sistema de Servicios Generales	71
Tabla 14 Caída de Tensión en el Sistema de Tableros	71
Tabla 15 Caída de Tensión en el Sistema del Chiller	72
Tabla 16 Presupuesto de Suministro y Montaje del Sistema Convencional	73
Tabla 17 Presupuesto de Suministro y Montaje del Sistema Ducto Barra	79
Tabla 18 Programa de Mantenimiento Preventivo Anual para el Sistema Ducto Barras	83
Tabla 19 Programa de Mantenimiento Preventivo Anual para el Sistema Convencional	84
Tabla 20 Análisis de Costos: Sistema de Ducto Barra	87
Tabla 21 Análisis de Costos: Sistema Convencional	88
Tabla 22 Comparativo de Costos: Sistema de Ducto Barras - Sistema Convencional	89
Tabla 23 Sistema de Ducto Barras - Sistema de Convencional	90
Tabla 24 Valor Actual Neto	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Frontis del edificio Comercial Cavenecia.....	5
Figura 2 Edificio Comercial Cavenecia	5
Figura 3 Ducto Barras	11
Figura 4 Montaje de Ducto barra.....	14
Figura 5 Crecimiento del uso de la Ducto Barra	16
Figura 6 Ducto Barra con una Barra por Polo	20
Figura 7 Ducto Barra con dos barras por polo.....	21
Figura 8 Aislante Entre Barras	22
Figura 9 Sistema de Ducto Barra Ventilado	23
Figura 10 Sistema de Ducto Barra no Ventilado.....	24
Figura 11 Ducto Barra del Tipo Alimentador	27
Figura 12 Ducto Barra del Tipo Enchufable.....	28
Figura 13 Cajas PLUG IN.....	37
Figura 14 Espacios Mínimos Recomendados para el Montaje de Ducto Barras	39

INTRODUCCION

En el Perú, muchas personas se dedican al diseño y/o construcción de proyectos eléctricos para la industria y para el comercio y bueno como sabemos una de las partes más importantes de un sistema eléctrico es sin duda su sistema de distribución, ya que a través de él se transmite toda la energía requerida por los usuarios.

Mayormente se hace uso de sistemas de distribución convencionales con bandejas y cables y en pequeñas escalas, de sistemas de distribución mediante ducto barras. En el Perú esto es posible principalmente en esta época en la cual el sector construcción va creciendo y para esto el trabajo del ingeniero de hoy es lograr trasladar grandes bloques de energía eléctrica de manera más eficaz, confiable y económica posible.

Desafortunadamente, por el poco conocimiento o por la falta de información acerca de las virtudes y ventajas que ofrece el sistema ducto barra los proyectos tienden a encarecerse y se convierten en proyectos con sistemas de distribución regidos y con muy poca vida útil. Entiéndase vida útil no solo el tiempo que duren sino el tiempo que funcionen correctamente y eficientemente.

De esta forma se torna de manera vital conocer las reglas y normas que rigen el diseño y aplicación del sistema ducto barra ya sea para un sistema nuevo o para un rediseño o reacondicionamiento de uno ya existente perdiendo el miedo a las nuevas tecnologías que ya se están aplicando en este País.

El presente trabajo contiene la suficiente información acerca de las características del ducto barra y las ventajas sobre el sistema de distribución convencional así como de las principales normas y regulaciones para la correcta aplicación del mismo

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Realidad Problemática

En este país uno de los sectores más rentables es el sector construcción en especial edificios corporativos en zonas muy cómodas y comerciales, los cuales requieren la mejor tecnología y estética para la atracción de empresas privadas que en su mayoría son las que alquilan estos edificios (clínicas, empresas, grupos, etc.). Esta tesis se ha desarrollado en el predio ubicado en la Av. Emilio Cavenecia # 244 – San Isidro, Perú.

Uno de los requisitos de los clientes es la fiabilidad, comodidad y flexibilidad de los mantenimientos ya que no están dispuestos a perder tiempo por problemas del edificio ya sean mantenimientos preventivos o correctivos y bueno el factor principal de la constructora es que requiere minimizar gastos para lo cual se requieren optimizar el consumo de energía eléctrica para minorar los gastos lo máximo posible. Y como en toda construcción presenta cargas que requieren ser energizadas y surge la necesidad de distribuir la energía eléctrica.

Durante muchos años la distribución de energía eléctrica se viene realizando a través de conductos y cables, este sistema convencional presenta desventajas:

- a) Pérdida por caída de tensión, efecto pelicular y efecto de proximidad
- b) Falta de flexibilidad una vez instalados es costoso y difícil modificarlos
- c) Elevado costo de mantenimiento
- d) Requieren mucho espacio

El tiempo de montaje es mayor en consecuencia eleva los costos por mano de obra.

Todos estos factores negativos encarecen el proyecto lo hacen menos flexible y rentable debido a esto surge la necesidad de utilizar sistemas aleatorios que cumplan la misma función disminuyan los costos y aumenten los beneficios.

El realizar un análisis económico ha sido crucial para la implementación de la tecnología de ducto barras para optimizar la distribución de energía eléctrica.

1.2. Formulación del Problema

¿Cómo mejorar los alimentadores principales del Edificio Comercial Cavenecia?

1.3. Delimitación de la Tesis

La investigación se llevará a cabo en el Edificio Comercial Cavenecia perteneciente a “Constructora El Roble S.A.C.” ubicado en la Av. Emilio Cavenecia #250 - San Isidro - Lima – Perú.

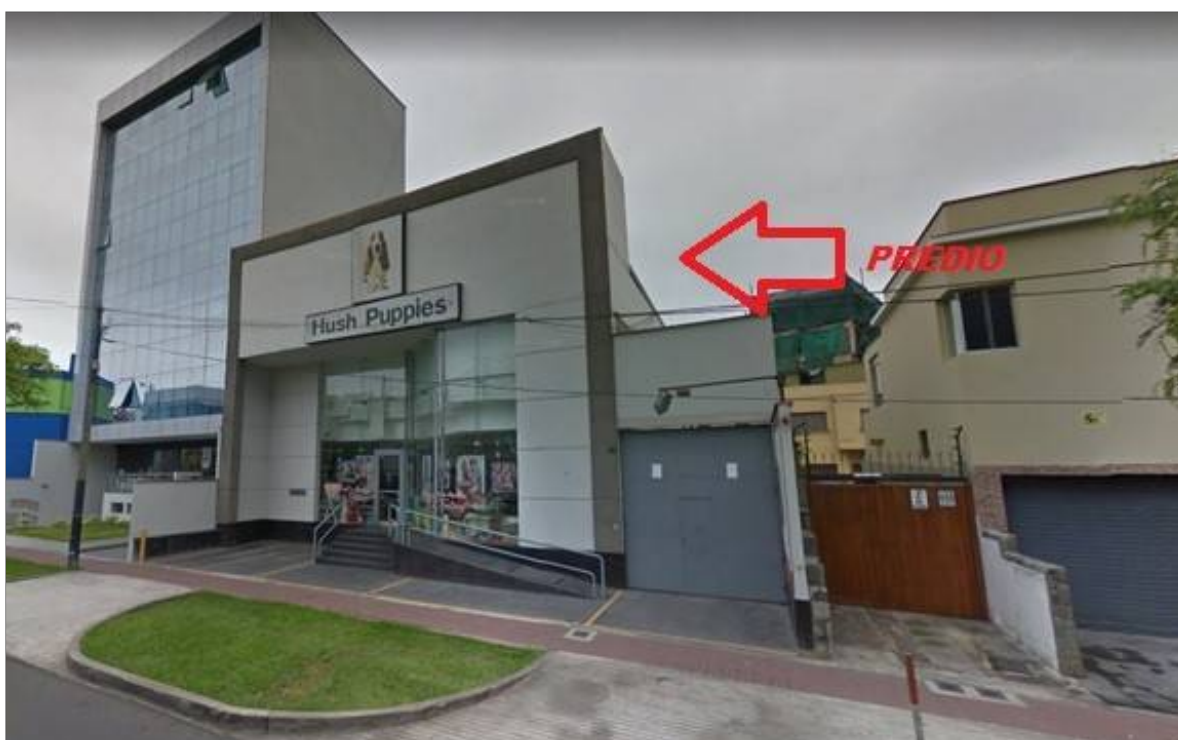


Figura 1 Frontis del edificio Comercial Cavenecia

Fuente: Elaboración Propia

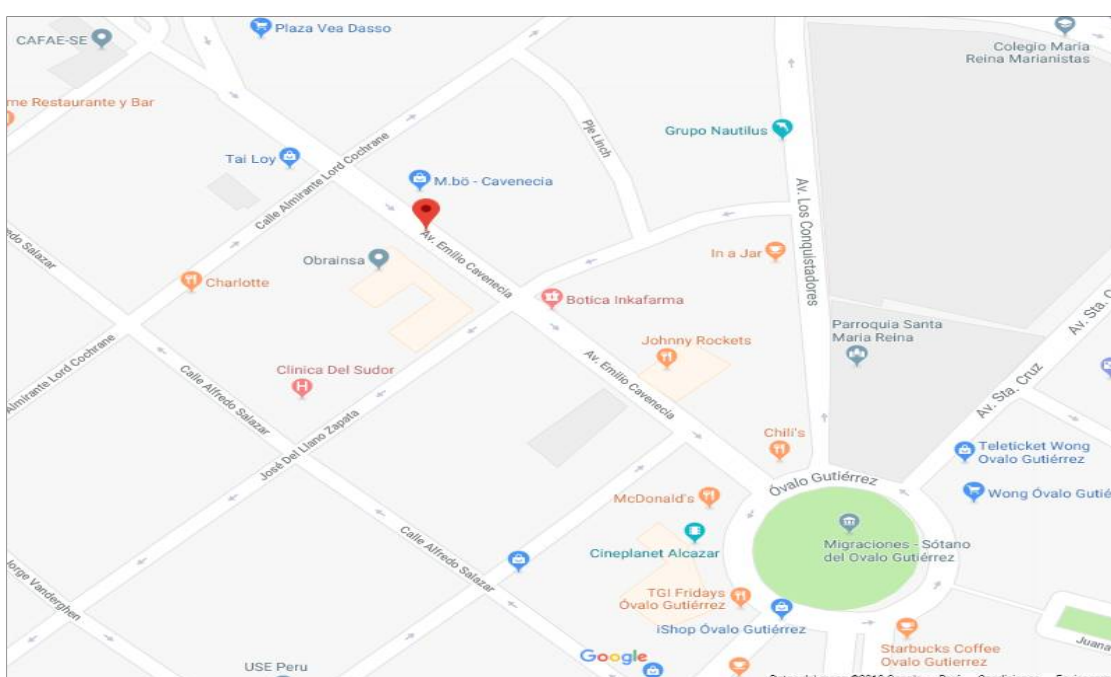


Figura 2 Edificio Comercial Cavenecia

Fuente: Google Maps

1.4. Justificación e Importancia de la Tesis

La distribución de energía eléctrica es crucial en un sistema eléctrico, ya que este sistema traslada bloques de energía requerida por los usuarios; el sistema convencional de distribución de energía eléctrica presenta deficiencias tales como pérdida de energía por caída de tensión efecto skin y efecto de proximidad así como también requieren mayor tiempo de ejecución y mayor costo de mano de obra lo cual influye directamente en el costo del proyecto. El trabajo de los ingenieros de hoy es buscar la forma de distribuir la energía eléctrica de una manera más eficaz, confiable y rentable. La presente tesis tiene la siguiente justificación:

a) Social:

La implementación de una nueva tecnología en las instalaciones eléctricas basado en ducto barras nos ayudara a optimizar el uso de la energía eléctrica y nos ayudan a mejorar la calidad de vida

b) Económico:

Con el uso de las ducto barras según la propuesta ayudara a reducir no solo los costos e instalación y montaje sino también del mantenimiento debido a la facilidad de instalación.

c) Científico:

Promover el uso de instalaciones eléctricas con una nueva tecnología eficiente como es el caso del ducto barras.

d) Ambiental:

La implementación de esta nueva tecnología, no produce contaminación o impacto negativo al medio ambiente.

e) Técnico:

En el aspecto técnico este sistema no es dañado por roedores y tiene un sistema antisísmico

1.5. Limitaciones de la Tesis

Escasa bibliografía e investigaciones previas sobre instalaciones eléctricas con ducto barras.

1.6. Objetivos de la Tesis

1.6.1. Objetivo General

Dimensionar los alimentadores principales en el edificio Edificio Comercial Cavenecia mediante el uso de ducto barras.

1.6.2. Objetivo Específicos

- a) Determinar y comparar la máxima demanda de energía eléctrica para los alimentadores principales
- b) Dimensionar las ducto barras para los alimentadores principales.
- c) Determinar el presupuesto referencial de la instalación eléctrica utilizando ducto barra requerida.
- d) Determinar y comparar los costos de inversión y mantenimiento para el sistema convencional y de DuctoBarra.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Estudios

Entre los trabajos de investigación relacionados con la tesis tenemos los siguientes:

a) Nivel Internacional

Según **Karla V. Merentes M.(2012)**.En su tesis titulado **“Instalaciones en Ducto Barras para distribución eléctrica en baja tensión por la empresa Ductobarras”** (Tesis de Grado).Universidad Simón Bolívar de Sartenejas. Venezuela.

En esta investigación se realizara el estudio de la tecnología de barras en ducto fabricadas por la empresa DUCTOBARRA, definición de sus componentes, características y propiedades.

Exposición de la normativa nacional COVENIN, vigente y legitima, revisada durante la pasantía, en canto a la fabricación y especificación de los elementos que componen el conjunto de barras conductoras en ducto. Presentación de la metodología usada en la empresa para la implementación de esta tecnología, propuesta de un flujograma a seguir para la implementación de esta tecnología, propuesta de un flujograma a seguir para establecer valores de caída de tensión por metro de instalación de barras conductoras, basado en el cumplimiento de las normas actuales que rigen la implementación de este medio de transmisión de electricidad; por ultimo un ejemplo de ejecuciones barras en ducto fabricadas por la empresa desarrollando el flujograma propuesto.

Luis Fernando Sulá Sul (2014). En su tesis titulada **“Subestación eléctrica y alimentadores (Ducto Barra) del edificio de apartamentos torre 14 DIELCOM S. A. “** (Tesis de Grado).Universidad San Carlos de Guatemala. Ciudad de Guatemala. Guatemala

El siguiente trabajo de graduación trata sobre el diseño de la subestación eléctrica y alimentadores (ducto barra) de un edificio. La subestación eléctrica es una parte importante del sistema eléctrico, ya que está destinada a modificar y establecer los niveles de tensión con el fin de facilitar el transporte y la distribución de la energía eléctrica a través de los alimentadores.

El primer capítulo contiene la definición de subestación eléctrica, los tipos de subestaciones que existen, así como las partes y protecciones. En el segundo capítulo se presentan las normas aplicables al diseño y construcción de una subestación.

El tercer capítulo trata sobre las normas aplicables al diseño y construcción del ducto barra. En el cuarto capítulo se presenta el desarrollo del diseño del proyecto, cálculo de capacidad del transformador y cálculo de los alimentadores (Ducto Barra).

En el quinto capítulo se hace una descripción de los equipos utilizados en los alimentadores; como por ejemplo los paneles múltiples de contadores, los conductores, tableros de distribución.

El sexto y último capítulo trata sobre el procedimiento para la aprobación, solicitud de servicio, extensión de red y considerando técnicas para la construcción del proyecto.

b) Nivel nacional

Wagner Lapa Ramos.(2013).En su tesis titulada **“Diseño y Aplicaciones de un Sistema de Distribución de Energía Eléctrica en Baja Tensión Mediante el uso de Ducto Barra”** (Tesis de Grado).Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo. Perú.

Esta investigación se centra en el estudio de los conceptos como definición de componentes características, piezas y propiedades con la exposición de la normativa internacional (NEMA , UL, etc.) así como la normativa Nacional (CNE) requeridos para el diseño de este sistema, También expone las bases necesarias para el diseño como cálculo de ampacidad, caída de tensión por metro lineal cálculo de protección IP, fabricación de planos, etc. Por ultimo expondrá un ejemplo de la viabilidad tanto técnica como económica de los usos de la ducto barra sobre el sistema convencional tomando como ejemplo el centro comercial de Saga Falabella de Huancayo, logrando demostrar la viabilidad de este sistema sobre el convencional de bandeja y cables.

2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema desarrollado

2.2.1. Definición de ducto barra.

El ducto barra es un elemento prefabricado, moderno, económico y eficiente de distribución eléctrica en baja tensión que nos permite trasladar grandes bloques de energía a una tensión hasta 600 V desde un punto a otro donde se ubique la carga a ser alimentada; se le llama prefabricado

porque son fabricados para cada proyecto y la única tarea del proyectista es la instalación y ensamblaje en obra.

Este sistema consiste generalmente en tres barras de cobre o aluminio, una para cada fase, sin embargo también existe configuraciones con una barra para el neutro, que puede ser o no sobredimensionado dependiendo del tipo de carga que alimente, y una barra para tierra, aunque en algunos casos la carcasa de metal recubre las barras utilizadas para tal fin .

En el mercado es posible encontrar diferentes opciones de ducto barra, dependiendo del tamaño, la disposición de las barras dentro de la carcasa y la cantidad de corriente que soportan; la selección de las propiedades de las barras dependerá de las necesidades de las instalaciones eléctricas.¹



Figura 3 Ducto Barras

Fuente: <http://manelsaperu.blogspot.pe/search/label/Ducto%20Barra>

2.2.2. Característica y ventajas de un sistema de distribución eléctrica en baja tensión compuesto por ducto barras.

Utilizar ducto barra y aprovechar al máximo sus características en un sistema de distribución nos da múltiples ventajas la cuales son:

¹ <http://www.datacenterconsultores.com/que-es-un-ducto-barra>

2.2.2.1. Eficiencia.

El uso de barra conductoras colocadas muy cerca una de la otra, elimina al máximo el efecto pelicular y de proximidad, típico de cables en tubos o bandejas, logrando una densidad de corriente uniforme, menor temperatura y caída de voltaje.(

http://www.ductobarra.com/Busduct_Catalogo_General.pdf)

2.2.2.2. Flexibilidad.

Debido a su carácter modular y a la posibilidad de ofrecer derivaciones en cualquier punto a lo largo de su recorrido; el ducto barra permite la conexión de transformadores, salidas de fuerza e iluminación sin pérdida de tiempo; también se tiene que tomar en cuenta que el ducto barra puede ser reutilizado y permite modificar el recorrido del tramo instalado e incluso aumentar su capacidad facilitando una reubicación o aumento de la carga.(

http://www.ductobarra.com/Busduct_Catalogo_General.pdf)

2.2.2.3. Seguridad.

Las barras están aisladas individualmente con una chaqueta de un material que no conduce electricidad y que presenta buenas propiedades eléctricas en un amplio rango de temperaturas, con lo cual reduce al mínimo la posibilidad de falla o incendio de corto circuito.

2.2.2.4. Economía.

Debido a su gran eficiencia y flexibilidad, utilizar ducto barra como componente principal en un sistema de distribución en baja tensión resulta hasta un 40% más económico en comparación a sistemas convencionales de cables y conductos; los costos de mantenimiento, remodelación y ampliación son muy bajos debido a su carácter modular, además es un elemento 100% reutilizable y recuperable.²

2.2.2.5. Confiabilidad.

Por tratarse de un elemento prefabricado el ducto barra viene con todas las certificaciones correspondientes a normas nacionales e internacionales vigentes sobre fabricación de ducto barra según la nacionalidad del fabricante, entre las más destacadas tenemos:

- I) UL-857: 1971. Busways. **Underwriter Laboratories**
- II) NEMA BU-I: 1999. Operation and Maintenance of Busway Rated 600 V or Less. **National Electrical Manufacturers Association.**
- III) ANSI C37.23.2003. IEEE Standard for Metal-Enclosed Bus. **American National Standards Institute.**
- IV) NEC Art. 368. Busways. **National Electrical Code.**

La instalación de ducto barra permite detectar cualquier falla incipiente antes de que se haga franca, debido a que la instalación está a la vista,

² http://www.ductobarra.com/Busduct_Catalogo_General.pdf

facilitando al mismo tiempo el acceso para mantenimiento, reparación, extensión o modificación del sistema.³

2.2.2.6. Excelente compatibilidad electromagnética.

La envolvente metálica permite concentrar el campo eléctrico, haciendo que la emisión del campo electromagnético sea muy reducida, evitando perturbaciones por destrucción de ondas en ambientes cercanos a la instalación.

(http://www.ductobarra.com/Busduct_Catalogo_General.pdf)



Figura 4 Montaje de Ducto barra

Fuente: <http://electricproject.com.pe/montaje-de-ductos-barra-o-bus-bar/>

³ http://www.ductobarra.com/Busduct_Catalogo_General.pdf

2.2.3. Historia del ducto barra.

Años atrás en su totalidad los sistemas eran hechos con el sistema convencional tubería y cable; estos eran adecuados y eran de buen uso cuando la cantidad de corriente que se trasladaba no era muy elevada, cuando las cargas que se debían alimentar eran muy elevadas comenzaron a nacer los problemas. Al ser cargas elevadas producen altos valores de corriente y para que se logre satisfacer la demanda de corriente se tenían que conectar varios conductores en paralelo causando que me ocupe mucho espacio y el número de conductores aumentaba el peso en los tramos y se dificultaba su instalación. Este tipo de distribución presentaba un aumento de las perdidas por transmisión.

Al buscar una solución para este problema se implementó el sistema de distribución abierto por medio de barras, las cuales eran hechas de cobre y estaban soportadas a la pared; al estar las barras libres no ofrecían ninguna protección contra contactos exteriores, por lo que solo se utilizaban en espacios cerrados donde no haiga circulación de personas; aunque ya era un gran avance seguía siendo un sistema rígido que no permitían cambios de ubicación de las cargas o ampliaciones.

En los años cuarenta se diseñaron los primeros sistemas normalizados de ductos de barra con lo que se solucionaron los problemas que se encontraron en los sistemas anteriores; desde ahí hasta el día de hoy los ductos de barra han sido usados en la mayoría de sistemas de distribución

por su gran capacidad de conducción, su área reducida, su poco peso y la seguridad que ofrece contra contactos exteriores.

El grupo de fabricantes de ducto barra asociados a la National Electrical Manufacturers Association (NEMA) adjunto una gráfica en sus reportes hechos desde 1940 hasta 1980

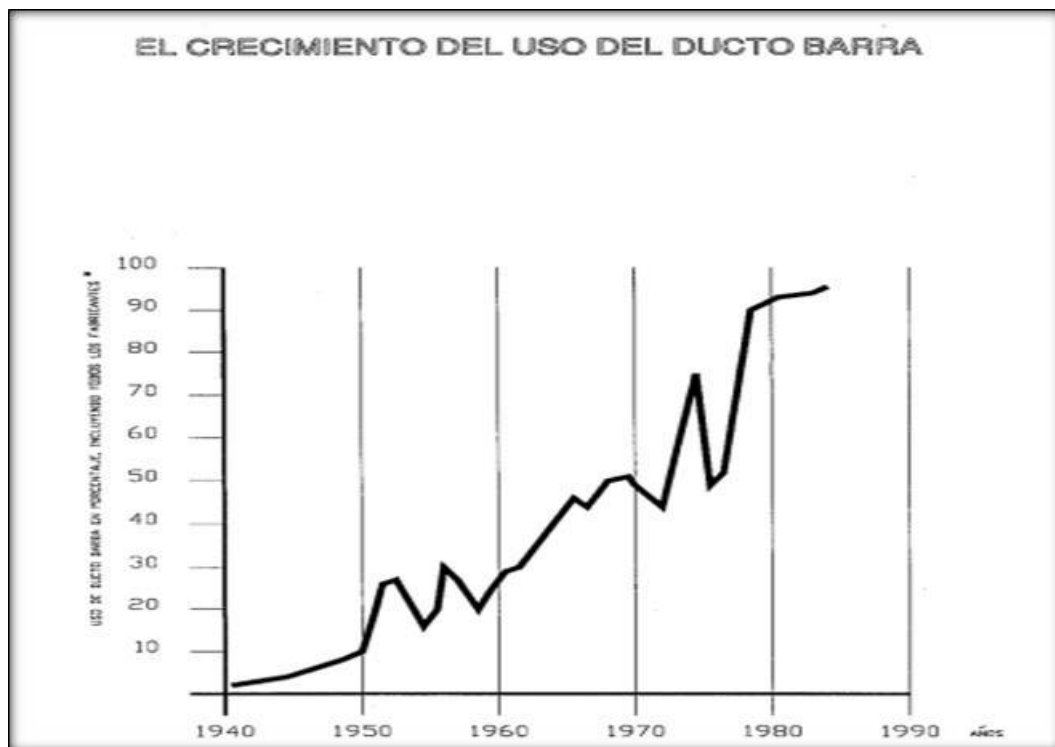


Figura 5 Crecimiento del uso de la Ducto Barra

Fuente: National Electrical Manufacturers Association (NEMA)

2.2.4. Componentes de la ducto barra.

La ducto barra está compuesto por tres elementos principales y característicos los cuales son:

- 1) Barras conductoras o pletinas.
- 2) Chaqueta aislante
- 3) Carcasa protectora

2.2.4.1 Barras conductoras o pletinas.

Las barras conductoras tienen la misma función que el cable en el sistema convencional; son el medio por el cual circula la corriente eléctrica; estas barras se ubican dentro de la carcasa protectora y están ubicada una a la par de la otra cubiertas por una pintura electrostática y una chaqueta aislante, deben estar separadas entre sí una distancia mínima de 25 mm, según la norma UL-857: 1971. Busways. El tamaño de esta barra varía según la cantidad de corriente que va circular por las mismas al igual que con el cable se pueden poner dos barras en paralelo por fase para aumentar la capacidad de corriente a trasladar. Las barras conductoras están hechas de cobre o aluminio por su capacidad de transporte de corriente pero como se sabe la conductividad de corriente del cobre ($58,5 \text{ S}\cdot\text{m}/\text{mm}^2$) es mayor que la del aluminio ($35,5 \text{ S}\cdot\text{m}/\text{mm}^2$) hay una diferencia en la sección de la barra depende de que metal se use.

Tabla 1 Amperaje del Ducto Barra Según el Material

MATERIAL DEL DUCTO BARRA	AMPERAJES DISPONIBLE	
ALUMINIO CONDUCTIVIDAD MINIMA DEL 55 %	225	400
	600	800
	1 000	1 200
	1 350	1 600
	2 000	2 500
	3 200	4 000
COBRE PURO CONDUCTIVIDAD MINIMA DEL 98%	225	400
	600	800
	1 000	1 200
	1 350	1 600
	2 000	2 500
	3 200	4 000
		5 000

Fuente: Módulo de aprendizaje 14. Electroducto. Cutler-Hammer.

Los valores nominales de la ducto barra varían según la temperatura. En la medida que no se rebasa la temperatura ambiente de 40°C (104°F), los amperajes nominales de la ducto barra son precisos. Sin embargo, conforme se eleva la temperatura, baja el valor nominal del ducto barra. Por ejemplo, a 70°C (158°F), una ducto barra de 600 amperes tiene solamente una capacidad del 67% de su pleno valor, o sea 402 amperes.

Tabla 2 Multiplicador de Amperaje por Temperatura

Temperatura Ambiente °F(°C)	Multiplicador de Amperaje Nominal
104°F (40°C)	1,00
113°F (45°C)	0,95
122°F (50°C)	0,90
131°F (55°C)	0,85
140°F (60°C)	0,80
149°F (65°C)	0,74
158°F (70°C)	0,67

Fuente Módulo de aprendizaje 14. Electroducto. Cutler-Hammer.

El ducto barra generalmente viene fabricada en disposiciones de 3 o 4 polos depende de lo que requiera el diseño del proyecto, con o sin barra interna de tierra, el conductor neutro del sistema viene fabricado al 100% es decir de la misma sección de las barras principales o depende

del diseño debiendo tener en cuenta la sección 030-022 del Código Nacional de Electricidad Tomo V “Sistema de Utilización” el cual señala que el conductor neutro debe tener suficiente capacidad de corriente para transportar la carga desbalanceada de un circuito el cual indica a su vez que se puede considerar el 70% de la porción de la carga desbalanceada de un circuito que exceda los 200A para definir la sección del conductor neutro; actualmente se vienen fabricando barras de neutro con capacidades del doble de la sección de las barras principales es decir al 200% ya que al aplicar un voltaje sinusoidal a una carga no lineal produce una corriente distorsionada la cual es periódica y esta contiene corrientes armónicas; es posible en sistemas trifásico corrientes en el neutro del 173% de las fases y para evitar sobrecargar la barra del neutro y su sobrecalentamiento se sobredimensiona la sección de la barra del neutro prolongando así su vida útil. Este sistema que presenta cargas no lineales se da mayormente cuando se utilizan lámpara de alta descarga y sistemas de computación.

El número de barras por polo depende del material conductor sea cobre o aluminio y del amperaje:

a) Una barra por polo.

Aplica para barras de cobre hasta 2 500 amperios y para barras de aluminio hasta 2 000 amperios tal como se muestra en la figura 6

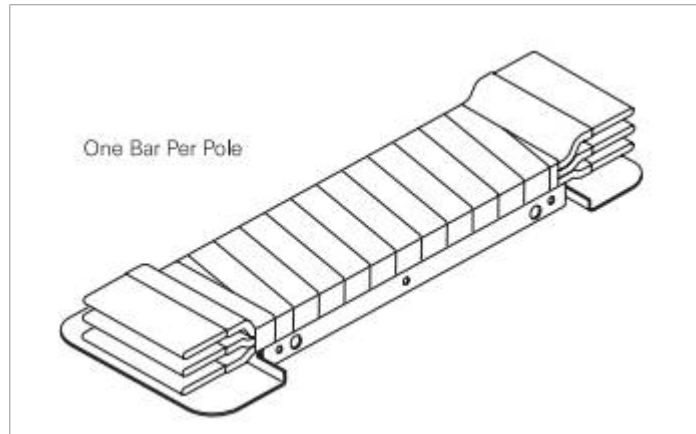


Figura 6 Ducto Barra con una Barra por Polo

Fuente: Basic of bus way Siemens cources.

Tabla 3 Rango de Amperaje Según el Material

Amperaje Rating	
Aluminium	Copper
800	800
1 000	1 000
1 200	1 200
1 350	1 350
1 600	1 600
2 000	2 000
	2 500

Fuente: Basic of bus way Siemens cources.

b) Dos barras por polo.

Aplica para barras de cobre desde 3 000 hasta 5 000 amperios y para barras de aluminio desde 2 500 hasta 4 000 amperios. (ver figura 7)

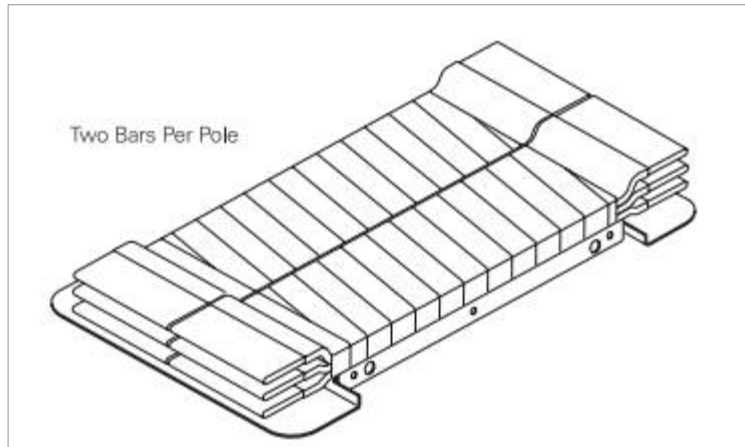


Figura 7 Ducto Barra con dos barras por polo.

Fuente: Basic of bus way Siemens cources.

Tabla 4 Rango del Amperaje Según el Material. Dos Barras por Polo

Amperaje Rating	
Aluminium	Copper
2 500	3 000
3 000	4 000
4 000	5 000

Fuente: Basic of bus way Siemens cources.

2.2.4.2 AISLANTES

Son los encargados de soportar y aislar eléctricamente las barras conductoras y así evitar un contacto entre ellas o con la carcasa protectora; los aislantes están hechos de PVC, Epoxi y papel Mylar (tereftalato de polietileno) el cual muestra un excelente comportamiento ante el envejecimiento térmico (-70°C a 150°C y buenas propiedades dieléctricas los cuales se ubican en los extremos soportando las barras conductoras y entre ellas aislándolas eléctricamente. Debe presentar

las siguientes características, estas varían según el fabricante pero se puede tomar como una apropiada referencia: (ver figura 8)

- 1) Rigidez Dieléctrica: 25 Kv/mm.
- 2) Resistividad: 2×10^{15} ohm/cm.
- 3) Resistencia al calor: 130°C.

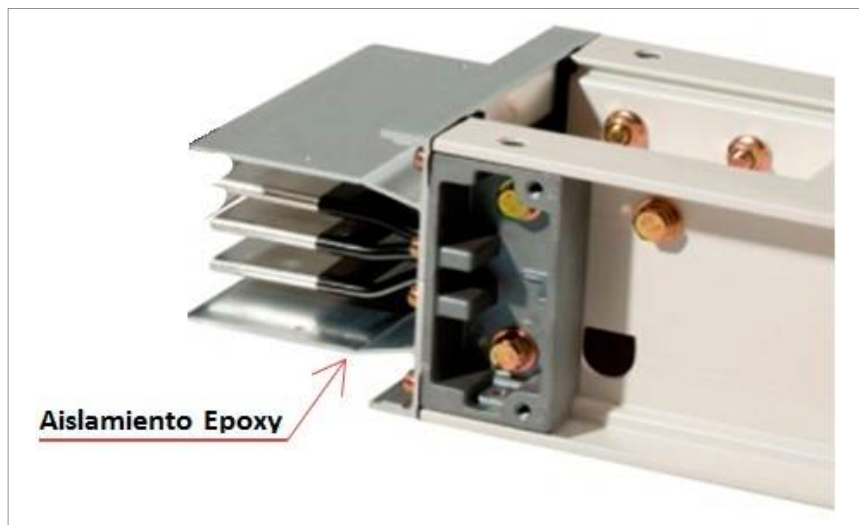


Figura 8 Aislante Entre Barras

Fuente: <http://manelsa.com.pe/uploads/Image/aislamiento.png>

2.2.4.3 CARCASA PROTECTORA

Es una envolvente metálica la cual contiene las barras conductoras; su función es proteger mecánicamente las barras conductoras y aislarlas de contactos exteriores, generalmente se fabrican de aluminio ya que este es menos pesado, aumenta la capacidad de conducción y evita los efectos magnéticos; debido a que la carcasa está hecha de un material conductor como el aluminio puede usarse como conductor de tierra.

Es necesario tener claro las características del entorno de la instalación. El no considerar algún aspecto importante podría ser perjudicial para los componentes dentro de una envolvente en este caso la carcasa de la ducto barra.

La carcasa protectora puede ser de tipo:

- a) Ventilada con rejillas
- b) No ventilada

a) Carcasa ventilada con rejillas.

La carcasa ventilada presenta rejillas a lo largo de su recorrido, permite el flujo de aire a través de los conductores.(figura 9)



Figura 9 Sistema de Ducto Barra Ventilado

Fuente: Catálogo general de ducto barra de la empresa venezolana DUCTOBARRA

b) Carcasa no ventilada.

La carcasa no ventilada es totalmente cerrada, estas pueden ser a prueba de agua y polvo con diferentes grados de protección según la IEC (International Electrotechnical Commission) 60529. Ver figura 10

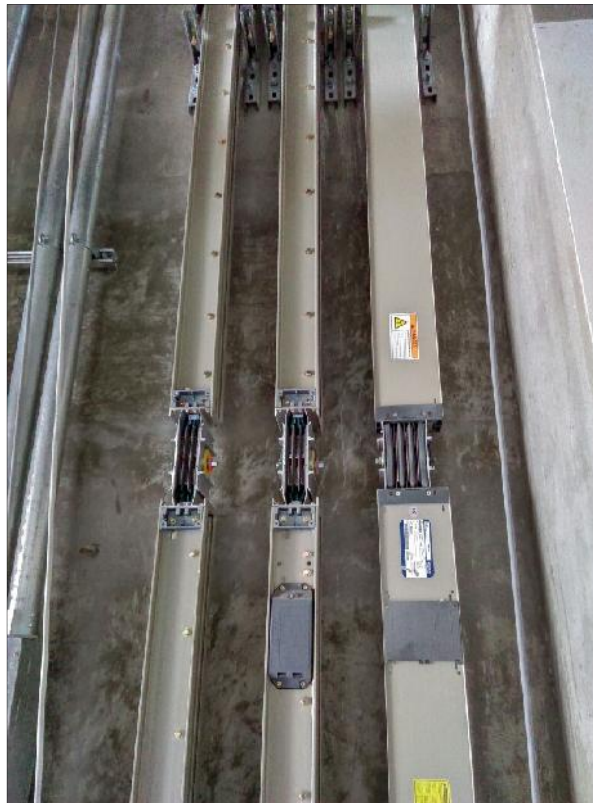


Figura 10 Sistema de Ducto Barra no Ventilado

Fuente: Elaboración Propia

Las características del entorno por donde recorre el ducto barra no necesariamente son las mismas y para ello se necesitan diferentes grados de protección según los estándares internacionales “IP” el sistema de ducto barra ofrece la posibilidad de usar ducto barras

de diferentes grados de protección IP esto disminuye el precio del sistema ya que el ducto barra para exterior por diferentes aspectos ya que se encuentra expuesta tiene una mayor costo que el ducto barra para uso de interior.

2.2.5 Clasificación de la Ducto Barra.

De acuerdo a la distribución de las cargas indicada en los planos eléctricos y luego de realizar los cálculos eléctricos correspondientes se procede a seleccionar las ducto barras a utilizar, al realizar una selección equivocada el proyecto se puede volver muy costoso, ineficiente e inflexible. Se puede clasificar el ducto barra según:

- a) La ubicación y distribución de las cargas
- b) El tipo de carga a alimentar
- c) El ambiente donde se ubica
- d) Su construcción

2.2.5.1 La ubicación y distribución de las cargas.

Se diferencian 4 tipos:

- 1) Ducto barra alimentador (FEEDER)
- 2) Ducto barra enchufable (PLUG IN)
- 3) Ducto barra enchufable para elevación (RISER)
- 4) Ducto barra tipo enchufable limitado (LIMITED)

2.2.5.1.1. Ducto barra alimentador (FEEDER)

a) Descripción.

El ducto barra alimentadora a diferencia de la ducto barra enchufable no presenta ninguna salida en su carcasa para derivar o alimentar otras cargas, debido a esto es más eficaz en la conducción de energía eléctrica.

b) Aplicaciones en sistemas de baja tensión

Este tipo de ducto barra por su diseño es usa para alimentar eficazmente cargas que se ubican en un área determinada, su aplicación mayormente se da en la acometida del sistema comenzando en los bornes de baja tensión del transformador y terminando en la entrada del tablero general, así mismo también para alimentar cargas de regular tamaño como chillers, equipos de fábricas, etc.

Este ducto barra permite llevar un control de la energía ya que como no posee derivaciones o enchufes se evita consumo externo de la energía por parte de otro circuito.

c) Capacidades disponibles en el mercado.

Los fabricantes ofrecen ducto barras feeder en capacidades desde 600 A y 5 000 A para barras conductoras hechas de

cobre o desde 600 A y 4 000 A para barras conductoras hechas de aluminio, con una tensión nominal hasta 600V.

d) Disposiciones de las barras conductoras.

- I) 3 Fases
- II) 3 Fases + Neutro 100%
- III) 3 Fases + Neutro 200%

Como la carcasa es de un material conductor esta sirve para puesta a tierra pero también pueden venir con barra de tierra interna y barra de tierra interna aislada.

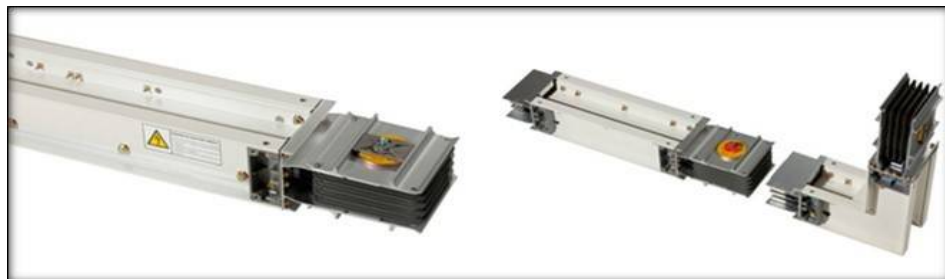


Figura 11 Ducto Barra del Tipo Alimentador

Fuente: <http://manelsaperu.blogspot.pe/search/label/Ducto%20Barra>

2.2.5.1.2. Ducto barra enchufable. (PLUG IN)

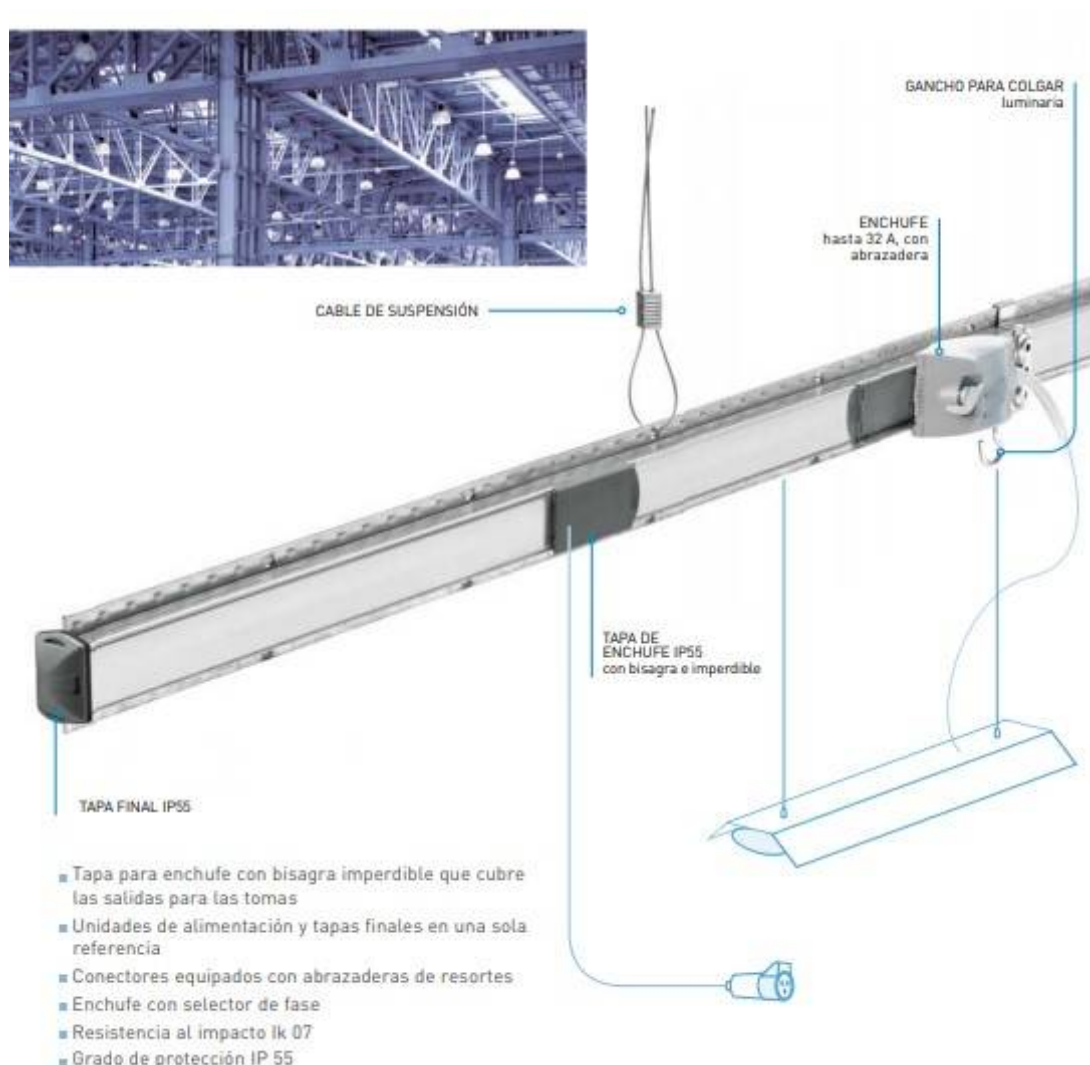


Figura 12 Ducto Barra del Tipo Enchufable

Fuente: http://www.legrand.com.pe/catalogos/book/ducto_barra/files/ductobarra.pdf

a) Descripción.

La ducto barra enchufable se asemeja a un circuito de tomacorriente a la diferencia de la ducto barra alimentadora posee secciones enchufable o tomas de corriente para conexiones y derivaciones a lo largo de su recorrido el espacio entre toma a toma es de 60cm. (ver figura 12)

b) Aplicaciones en sistemas de baja tensión.

Por su diseño la ducto barra enchufable permite alimentar equipos móviles o cuando se requiere un sistema de distribución flexible donde permita una reubicación de la cargas. Se usan en talleres industriales, edificios comerciales, etc.

c) Capacidades disponibles en el mercado.

Los fabricantes ofrecen ducto barras enchufable en capacidades desde 100 A y 4 000 A, con una tensión nominal hasta 600 V.

d) Disposiciones de las barras conductores.

Serán de 3 tipos:

- I) Fases
- II) 3 Fases + Neutro 100%
- III) 3 Fases + Neutro 200%

Como la carcasa es de un material conductor esta sirve para puesta a tierra pero también pueden venir con barra de tierra interna y barra de tierra interna aislada.

2.2.5.1.3. Ducto barra para elevación (RISER)

a) Descripción.

La ducto barra enchufable para elevación es similar a la estándar con la única diferencia que presenta secciones enchufable solo en uno de sus lados, es más económica que la tipo enchufable estándar es por eso que hay que tener cuidado al seleccionar el tipo de ducto barra.

b) Aplicaciones en sistemas de baja tensión.

La ducto barra enchufable se usa en elevaciones verticales en edificios de gran altura generalmente se encuentran en una montante o pase cerca de una pared lo cual no permite conectar cargas a ambos lados; en edificios multifamiliares, edificios comerciales, etc.

c) Capacidades disponibles en el mercado.

Los fabricantes ofrecen ducto barras enchufable en capacidades desde 100 A y 4 000 A, con una tensión nominal hasta 600 V.

d) Disposiciones de las barras conductoras.

Serán de 3 tipos:

I) 3 Fases

II) 3 Fases + Neutro 100%

III) 3 Fases + Neutro 200%

Como la carcasa es de un material conductor esta sirve para puesta a tierra pero también pueden venir con barra de tierra interna y barra de tierra interna aislada.

2.2.5.1.4 Ducto barra limitada (LIMITED)

a) Descripción.

La ducto barra enchufable limitada es similar a la enchufable estándar o para elevaciones con la única diferencia que las secciones enchufable o tomas se encuentran únicamente en cierto puntos según el diseño, lo que la hacer más económica que las anteriores. La distancia mínima de separación debe ser 60cm.

b) Aplicaciones en sistemas de baja tensión.

En sistemas de distribución donde no se tenga pensando aumentos de carga a futuro o remodelaciones y reubicaciones de las cargas. Se usan en talleres industriales, edificios comerciales, etc.

c) Capacidades disponibles en el mercado.

Los fabricantes ofrecen ducto barras enchufable en capacidades desde 100 A y 4 000 A, con una tensión nominal hasta 600 V.

d) Disposiciones de las barras conductoras.

Serán de 3 tipos:

- I) 3 Fases
- II) 3 Fases + Neutro 100%
- III) 3 Fases + neutro 200%

Como la carcasa es de un material conductor esta sirve para puesta a tierra pero también pueden venir con barra de tierra interna y barra de tierra interna aislada.

2.2.6. Accesorios del Sistema de Ducto Barra.

2.2.6.1 Secciones Rectas.

El sistema de ducto barras está formada por la unión de 2 o varias secciones rectas la longitud de estas secciones rectas van desde 30 cm hasta 3m; para el tipo enchufable la secciones rectas normalizadas por la National Electrical Manufacturers Association (NEMA) van desde 1,20m, 1,8m, 2,4m a 3m; es decir que si al realizar el metrado de la ducto barra en el plano da 18m se tendrían que usar 6 secciones rectas de 3m; cada sección de ducto barra incluye una junta o unión removible para poder acoplarse con la otra.

Lo más conveniente económicamente es usar la menor cantidad de secciones rectas, estas vienen en diferentes grados de protección IP según su uso

2.2.6.2 Juntas o Uniones Estándar.

Las juntas o uniones son los accesorios que permiten unir dos secciones rectas o también unir secciones rectas con codos, té o cruces, etc.

Las juntas están compuestas por discos no conductores y conductores de la misma capacidad, configuración y grado de protección de las secciones rectas; los discos son ajustados mediante un tornillo ubicado en el centro, estos son ajustados y tienen una indicación del torque mínimo necesario para mantener el contacto adecuado entre los discos conductores y las barras conductoras.

Las juntas estándar depende del fabricante permiten aumentar o disminuir la longitud de los tramos de ducto barra en caso de un error en el metrado de la ducto barra a instalar.

Cuando la longitud a aumentar es mayor que la que las medidas que ofrecen las juntas estándar es necesario utilizar juntas ajustables que ofrecen longitudes mayores a las de las juntas estándar. A estas se les llama JUNTA AJUSTABLE.

Cuando las construcciones presentan juntas de dilación ya que toda estructura de concreto tiende a dilatarse y contraerse de acuerdo a las temperaturas que está expuesta la estructura, y si no hubieran juntas estas no tendrían espacios para poder dilatarse o expandirse; cuando un tramo de ducto barra atraviesa alguna junta de dilatación es necesario utilizar JUNTAS DE EXPANSION las cuales presentan contactos flexibles que permiten dilataciones y contracciones de aproximadamente 5 cm.

2.2.6.3. Codos.

Los codos son dos secciones rectas de ducto barra con un ángulo de 90° entre ellas, los que permiten dar vuelta hacia la izquierda o derecha son llamados codos horizontales y los que permiten dar vuelta hacia arriba o abajo son los codos verticales, estos incluyen una junta estándar y al igual que todos los accesorios deben ser de la misma capacidad, configuración y grado de protección que las secciones rectas.

2.2.6.4. Tes.

Las tes son dos secciones rectas dispuestas en forma de “T” estas permiten hacer derivaciones horizontales o verticales, incluyen dos juntas estándar y al igual que todos los accesorios deben ser de la misma capacidad, configuración y grado de protección que las secciones rectas.

2.2.6.5. Cruces.

Las cruces son la combinación de 2 codos o 2 tes, incluyen juntas estándar y al igual que todos los accesorios deben ser de la misma capacidad, configuración y grado de protección que las secciones rectas.

2.2.6.6. Reductores.

Los reductores son accesorios que sirven para unir dos tramos de ducto barra de diferente sección, esto debido a la disposición de las cargas a ser alimentadas, esto nos permite reducir los costos de la instalación. Actualmente vienen protegidos con un fusible o un interruptor termo magnético, deben ser de la misma configuración y grado de protección que las secciones rectas.

2.2.6.7. Derivadores.

Los derivadores sirven para hacer derivaciones de la ducto barra para alimentar directamente tableros de distribución, tableros de control, etc. Estos pueden ser usados en todos los tipos de ducto barra pero ay que tener bien claro que si las cargas a alimentar van a ser alimentadas mediante derivadores sería aconsejable usar la ducto barra tipo alimentador ya que es más económico que las de tipo enchufable, existen diferentes capacidades y deben ser de la misma configuración y grado de protección que las secciones rectas.

2.2.6.8. Tapa Final.

La National Electrical Manufacturers Association (NEMA) señala que ningún extremo de la ducto barra puede quedar abierto por seguridad se colocan tapas finales las cuales incluyen una junta estándar y un sello metálico.

2.2.6.9. Acoples para Cables.

Los acoples para cables sirven para alimentar a la ducto barra o para hacer derivaciones de las mismas, estos presentan una junta estándar en un extremo para conectar una sección de ducto barra y en el otro un juego de conectores para cables, los acoples finales se conectan en la parte inicial o final de la ducto barra y generalmente se usan para energizarla mientras que los acoples intermedios presentan sus conectores para cables en su parte media y en sus extremos presenta juntas para conectar tramos de ducto barra.

Existen acoples verticales u horizontales depende de la configuración del sistema, estos deben ser de la misma capacidad y grado de protección que tiene las secciones rectas adyacentes.

2.2.6.10. Conexiones para Tableros.

Las conexiones para tableros a diferencia de los acoples para cables usan cuando se quiere alimentar directamente la ducto barra sin hacer uso de cables, sin embargo cuando es inevitable el uso de cables se puede hacer uso de un juego de conectores para cables, tiene en un extremo una junta estándar para conectar una sección recta, un accesorio que regularmente es un codo y en el otro extremo un juego de barras para conectar directamente a las barras del tablero o la entrada de un dispositivo de protección, estos deben ser de la misma capacidad y grado de protección que tiene las secciones rectas adyacentes.

2.2.6.11. Cajas PLUG IN.



Figura 13 Cajas PLUG IN

Fuente: Elaboración Propia

Son unas cajas metálicas con un sistema de enchufes los cuales se conectan e las tomar enchufable de los tramos de ducto barra estas se asemejan a pequeños tableros de distribución, contienen dispositivos de protección y desconexión para las cargas a ser conectadas así como también contactores, transformadores, capacitores, etc. (Figura 13).

Estas presentan enclavamientos mecánicos que impiden que sea desconectada cuando el dispositivo de protección este en la posición de conectado y códigos de color que indiquen el estado en que se encuentra el interruptor o los fusibles; desde la salida de los equipos de

protección se pueden alimentar cargas mediante el sistema convencional tubería/cable, estos deben ser de la misma capacidad y grado de protección que tiene las secciones rectas adyacentes. Su capacidad está en función de la cantidad de corriente que va transportar.

2.2.6.12. Soportes.

Son accesorios que fijan a al ducto barra a las paredes, techo o piso según la esquema del sistema de distribución los soportes son diferentes para cada caso.

Cuando la ducto barra atraviesa pisos se instalan soportes uno en cada piso, el peso de la ducto barra se distribuye entre cada uno de los soportes; los soportes de piso tipo resorte se utilizan para compensar pequeños movimientos del edificio y las dilataciones debidas al calor.

Los soportes de pared tienen forma de escuadra, cuya parte vertical se fija a la pared y su sección horizontal soporta la ducto barra.

Los soportes de techo se usan en disposiciones horizontales donde no hay ninguna pared para soportarlas estos son parecidos a los rieles unistruct y espárragos que se usan para soportar las bandejas porta

cables. Estos deben ser colocados a una cierta distancia como se puede visualizar en la Figura 14



Figura 14 Espacios Mínimos Recomendados para el Montaje de Ducto Barras

Fuente: http://www.ductobarra.com/Busduct_Catalogo_General.pdf

2.2.6.13. Otros Accesorios.

Aparte de los accesorios mencionados anteriormente los fabricantes ofrecen otros tipos más para hacer un sistema mucho más flexible; tenemos:

- I) Conexiones para transformadores
- II) Rotadores de fases
- III) Juntas aisladas
- IV) Unidades enchufables para tomacorrientes
- V) Bordes con ángulos para atravesar techos
- VI) Cubículos de desconexión para usos varios, como detectores de fallas a tierra, sistemas inteligentes y de monitoreo, etc.

2.2.7. Normas y Especificaciones para la Ducto Barra.

En la actualidad en el país no hay normas establecidas para la ducto barra pero nos podemos guiar de normas internacionales, los organismos que regulan la construcción y la instalación de la ducto barra son:

- I) Underwriters Laboratories, Inc. (UL)
- II) La Asociación Nacional de Fabricantes de Productos Eléctricos de Estados Unidos (The National Electrical Manufacturers Association, NEMA)
- III) La Asociación Nacional de Protección contra el Fuego de Estados Unidos (The National Fire Protection Association, NFPA) por medio del Código Eléctrico Nacional (The National Electrical Code, NEC)
- IV) Los códigos eléctricos locales
- V) Las compañías de electricidad

2.2.8. Evaluación del Proyecto de Inversión

2.2.8.1 Inversiones del Proyecto.

Las Inversiones del Proyecto, son todos los gastos que se efectúan en unidad de tiempo para la adquisición de determinados factores o medios productivos, los cuales permiten implementar una unidad de producción que a través del tiempo genera flujo de beneficios.

Horizonte de evaluación

Uno de los puntos más importantes en el mundo de la evaluación de proyectos, es la evaluación de viabilidad financiera del mismo, obviamente, porque de esta se deriva en la mayoría de los casos, la decisión de invertir o no invertir en su ejecución.

En este punto, se hace fundamental la determinación de un horizonte de evaluación acorde con las particularidades del mismo, con su vida útil o con el tipo de producto o servicio que se pretende comercializar, o de la actividad que se pretende realizar, lo que nos lleva a deducir que no es posible tener una regla general porque el período de evaluación a considerar en determinado proyecto depende de las características específicas de este⁴.

2.2.8.2 Taza de interés

La tasa de interés es la tasa de retorno que un inversionista debe recibir, por unidad de tiempo determinado, del deudor, a raíz de haber usado su dinero durante ese tiempo.

En términos generales, a nivel individual, la tasa de interés (expresada en porcentajes) representa un balance entre el riesgo y la posible ganancia (oportunidad) de la utilización de una suma de dinero en una situación y tiempo determinado. En este sentido, la tasa de interés es el precio del dinero, el cual se debe pagar/cobrar por tomarlo prestado/cederlo en préstamo en una situación determinada.

⁴ Proyectos de Inversión , formulación y evaluación Nassir Sapag Chain 2da Edición

Cuando se evalúan proyectos de inversión a nivel de perfil, los flujos de caja se descuentan a una tasa de descuento igual a la tasa de interés activa vigente en el mercado; sin embargo, en la etapa de evaluación del proyecto la tasa de descuento se torna en un dato relevante y esta debe representar el coste del capital del proyecto en particular.⁵

2.2.8.3 Flujos de Caja

Denominados también flujos de tesorería, flujos de efectivo o simplemente caja. Los flujos de caja de un proyecto constituyen un estado de cuenta que resume las entradas de efectivo y salidas de efectivo a lo largo de la vida útil del proyecto, por lo que permite

Determinar la rentabilidad de la inversión. Es la diferencia entre los soles cobrados y los pagados, es decir, constituye el flujo neto de efectivo que se espera recibir en el futuro (ingresos menos egresos).

La confiabilidad de las cifras o datos contenidos en un flujo de caja esperado será determinante para la validez de los resultados, ya que los diversos criterios o métodos de evaluación de proyectos se aplican sobre esta base (flujos de efectivo esperados). (Proyectos de Inversión, formulación y evaluación Nassir Sapag Chain 2da Edición)

⁵ Proyectos de Inversión , formulación y evaluación Nassir Sapag Chain 2da Edición

2.2.8.4 Indicadores

El VAN y el TIR son dos herramientas financieras procedentes de las matemáticas financieras que nos permiten evaluar la rentabilidad de un proyecto de inversión, entendiéndose por proyecto de inversión no solo como la creación de un nuevo negocio, sino también, como inversiones que podemos hacer en un negocio en marcha, tales como el desarrollo de un nuevo producto, la adquisición de nueva maquinaria, el ingreso en un nuevo rubro de negocio, etc.

I) Valor Actual Neto (VAN)

El VAN es un indicador financiero que mide los flujos de los futuros ingresos y egresos que tendrá un proyecto, para determinar, si luego de descontar la inversión inicial, nos quedaría alguna ganancia. Si el resultado es positivo, el proyecto es viable.

Basta con hallar VAN de un proyecto de inversión para saber si dicho proyecto es viable o no. El VAN también nos permite determinar cuál proyecto es el más rentable entre varias opciones de inversión.

$$VAN = -A + \sum_{s=1}^n \frac{Q_s}{(1+i)^s} \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

A: Inversión Inicial

Q_s: Flujos netos en el periodo “s”

n: Número de años que dura la inversión

i = rentabilidad mínima que le exigimos a la inversión

La rentabilidad del proyecto se determina considerando los siguientes valores del VAN:

- a) **VAN menor a 0:** El proyecto no es rentable. El retorno del proyecto no alcanza a cubrir la tasa de costo de oportunidad.
- b) **VAN mayor a 0:** El proyecto es rentable. El proyecto da un retorno mayor a la tasa de costo de oportunidad.
- c) **VAN igual a 0:** Indiferente. Significa que el proyecto me está rindiendo lo mismo que la tasa de costo de oportunidad.⁶

II) Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno es un indicador de la rentabilidad de un proyecto, que se lee a mayor TIR, mayor rentabilidad. Por esta razón, se utiliza para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión.

Se define la tasa interna de retorno como aquella que hace que el valor presente neto sea igual a cero.

$$A + \frac{Q_1}{(1+r)^1} + \frac{Q_2}{(1+r)^2} + \frac{Q_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{Q_n}{(1+r)^n} \dots\dots\dots(2)$$

Donde:

A: Inversión Inicial

Qs: Flujos netos en el periodo “s”

n: Número de años que dura la inversión

r= TIR

La Inversión se considera efectuarle cuando “r” sea mayor que la rentabilidad mínima que le exijamos a la inversión. Y la rechazaríamos cuando fuese inferior. (

⁶ <https://www.elblogsalmon.com/conceptos-de-economia/que-son-el-van-y-el-tir>

<https://www.elblogsalmon.com/conceptos-de-economia/que-son-el-van-y-el-tir>)

2.3. Definición conceptual de la terminología empleada.

Accesible

Capaz de ser alcanzado rápidamente para su operación, reposición o inspección, sin estar confinado por puertas con llave, elevaciones u otros medios y que para aproximarse a él, no se necesite quitar obstáculos o recurrir a subirse a escaleras, sillas etc.

Ampacidad

La corriente máxima (también conocida como corriente admisible y, sobre todo en los países hispanoamericanos, como **ampacidad**, tomado del inglés ampacity) es la máxima intensidad de corriente que puede circular de manera continua por un conductor eléctrico sin que éste sufra daños

Capacidad interruptora

Se le llama así a la corriente máxima de corto circuito que un equipo puede soportar sin que se dañen sus componentes.

Contactador

Es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando.

Compresión

Esfuerzo que tiende a disminuir la longitud de un material.

Corriente nominal

Valor máximo de corriente para el cual un equipo fue diseñado para funcionar en condiciones normales sin que se dañen sus componentes.

Corriente sinusoidal distorsionada

Es una corriente con una forma de onda que difiere de la función sinusoidal pura debido a ciertos efectos producidos por las características propias de las cargas eléctricas.

Dieléctrico

Es un medio o un material aislante que, cuando está colocado entre conductores a diferentes potenciales, permite que fluya por él solo una pequeña o despreciable corriente en fase con el voltaje aplicado. Entre los dieléctricos más usados en el ducto barra están: el PVC, las resina epóxicas y el papel Mylar.

Ducto eléctrico

Se refiere al espacio físico en el cual se instalan los equipos eléctricos. Generalmente, en un edificio comienza en el sótano y se extiende hasta la azotea.

Enclavamiento mecánico

Mecanismo que no permite la operación conjunta de los aparatos a los cuales fue conectado.

Energía no medida

Energía que no ha sido registrada por ningún aparato de medición que generalmente instala la compañía de electricidad.

Flexión

Esfuerzo que tiende a producir una curvatura a lo largo del material al cual se aplica una carga o fuerza mecánica.

Grado de protección

Número característico compuesto de dos cifras. La primera indica la protección que ofrece un equipo contra cuerpos extraños como el polvo y la segunda contra el agua. Por ejemplo IP54.

Junta de dilatación

Espacio físico dejado entre dos columnas o paredes de un edificio para aliviar los esfuerzos debidos a la dilatación de los materiales por la temperatura.

Neutro al 100%

Término usado para indicar que el conductor del neutro tiene la misma sección que los conductores de las fases. Un neutro al 200% tiene una sección doble.

Norma

Regla que define un conjunto de pasos que se deben seguir para realizar determinada operación.

Plateado

Material que ha sido impregnado con plata para mejorar su conductividad eléctrica y bajar la resistencia al contacto superficial.

Resina Epoxi

En generación eléctrica encapsulan o recubren los motores, generadores, transformadores, reductoras, escobillas y aisladores, para protegerlos. Además, las resinas epoxi son excelentes aislantes

eléctricos y se usan en muchos componentes para proteger de cortocircuitos, polvo, humedad, etc.

Rigidez dieléctrica

Se define como el gradiente de potencial máximo que el material puede resistir sin romperse.

Sistema de distribución

Conjunto de materiales conductores y no conductores usados para la correcta y eficiente distribución de la energía eléctrica desde la fuente de alimentación hasta los consumidores.

Sistema de distribución convencional

Sistema de distribución compuesto principalmente por cables, tubos y soportes.

Sistema de distribución rígido

Sistema de distribución que no permite realizar modificaciones en su diseño original sin incurrir en gastos adicionales.

Terminación muerta

Extremo final del dueto barra apto para conectar cualquier accesorio Adicional.

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y diseño de investigación

En esta tesis de instalaciones eléctricas para el edificio comercial Cavenecia mediante el uso del sistema de ducto barra ubicado en San Isidro departamento de Lima. El tipo de investigación empleada según su profundidad es descriptiva ya que en esta etapa se utilizaron técnicas para detallar, tomar y recopilar datos de campo, además de otros datos como la ecuación de caída de tensión en ducto barras obtenidas de internet, además de recopilar datos de los requerimientos mínimos de energía eléctrica; posteriormente llegaremos a una conclusión después de una serie de cálculos y un análisis económico de las instalaciones eléctricas.

3.2 Población y muestra

Se identificó la población la cual es igual a la muestra.

Concluyendo que la muestra y la población son los alimentadores principales del sistema de distribución eléctrica edificio Comercial Cavenecia – San Isidro – Lima – Perú

3.3 Hipótesis

Si dimensionamos los alimentadores principales usando el sistema de ducto barra entonces optimizaremos la distribución de energía eléctrica en el edificio Cavenecia

3.4 Operacionalización de variables

- a) Dimensionamiento de alimentadores principales usando el sistema de Ducto Barras.

b) Optimización de la Distribución de energía Eléctrica.

Tabla 5 Variables y Características

VARIABLE	DEFINICION	DEFINICION OPERACIONAL (DIMENSIONES)	INDICADORES
Ducto Barras	El ducto barra es un elemento prefabricado, moderno, económico y eficiente de distribución eléctrica en baja tensión que nos permite trasladar grandes bloques de energía de un punto a otro.	Dimensionamiento de ducto barras	<ul style="list-style-type: none"> - Calculo de Máxima demanda - Calculo de capacidad de corriente - Calculo de Caída de tensión
Optimización de la Distribución de la Energía Eléctrica	Es la forma más eficaz y eficiente de llevar energía eléctrica desde el transformador hasta los usuarios finales	Comparación de Costos	<ul style="list-style-type: none"> - Presupuesto referencial del sistema convencional - Presupuesto referencial de sistema de ducto barras - Evaluación del VAN

Fuente: Elaboración Propia

3.5 Métodos y Técnicas de Investigación.

En la presente tesis utilizaremos el método deductivo a partir de las teorías emitidas por distintas fuentes (LS Cable y System), leyes emitidas por el Código Nacional Eléctrico y normas como (NEMA , UL , etc.) y las aplicaremos para calcular y seleccionar los equipos. Las técnicas principalmente empleadas fueron las siguientes:

a) Observación Directa

A partir de las visitas técnicas al edificio se obtiene información y se anota en las fichas de observación.

b) El Fichaje

Este instrumento de medición se utilizó para registrar los datos que se van obteniendo en los instrumentos llamados fichas, los cuales, debidamente elaborados y ordenados contiene la mayor parte de la información que se recopiló en nuestra investigación, permitiéndonos ahorrar tiempo, espacio y dinero.

3.6 Descripción de los instrumentos utilizados

Los instrumentos utilizados en la presente tesis de investigación

a) Lista de Chequeo

Este instrumento se utilizó para rescatar la información científica y normas investigadas para la elaboración de un marco teórico y metodológico.

b) Resumen

Con la finalidad de recopilar información de diferentes fuentes bibliográficas y tener los elementos de juicio para el diseño de la ducto barra requerida por el edificio.

3.7 Análisis Estadístico e interpretación de los datos

Para el Análisis e Interpretación de los datos, Seguiremos a Taylor y Bogdan (1986) quienes plantean el tratamiento de los datos a través de un análisis comprensivo y articulado sobre la comprensión y rastreo de los mismos, mediante la búsqueda de categorías fundamentales en los hecho que se han descrito a lo largo de los diferentes instrumentos utilizados en la investigación⁷.

⁷ Enseñanza de la Geometría con Utilización de recursos multimedia (Nieves M. Vílchez)

CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

4.1 Descripción de la propuesta.

En esta tesis se propone la instalación de sistemas de ducto barra

I) Ducto barra para servicios generales

II) Ducto barra para tableros

III) Ducto barra para el chiller

Cada barra contara con sus propios accesorios y hará un recorrido independiente por el edificio.

4.1.1 Ducto barra para servicios generales

Esta Ducto Barra alimentara a los servicios generales y áreas comunes del edificio (escaleras de emergencia, sótanos, ascensores, etc) y también servirá de respaldo para los circuitos de emergencia de los pisos superiores. Tendrá origen en el sótano 2 ; bajo la subestación y lo recorrerá parcialmente hasta llegar a la montante por la cual se distribuirá a todos los pisos (8) y sótanos (5) haciendo un recorrido de 70 metros lineales teniendo 14 salidas enchufables para cajas plug in. Los recorridos están detallados en el anexo 4.

4.1.2 Ducto Barra para Tableros

Esta ducto barra alimentara a los tableros principales de los pisos comerciales del edificio.

Tendrá origen el sótano 2 bajo la subestación y lo recorrerá parcialmente hasta llegar a la montante por la cual se distribuirá hasta los pisos

comerciales (7) haciendo un recorrido de 60 metros lineales y teniendo 7 salidas enchufables para cajas plug in Los recorridos están detallados en el anexo 4.

4.1.3 Ducto Barra para Chiller

Esta ducto barra alimentara al chiller directamente el cual está ubicado en la azotea (piso 8) del edificio, tendrá origen en el sótano 2 bajo la subestación y lo recorrerá parcialmente hasta llegar a la montante por la cual subirá hasta el piso 8 (azotea) haciendo un recorrido de 65 metros lineales y debido que esta ducto barra solo alimentara al chiller tendrá una sola salida enchufable ubicada al final de su recorrido. Los recorridos estan detallados en el anexo 4.

CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Como se mencionó anteriormente se ha contemplado la implementación de 3 sistemas de ducto barras

- I) Ducto Barra para tableros
- II) Ducto Barra para chiller
- III) Ducto barra para servicios generales

Por lo cual vamos a proceder con las especificaciones y cálculos que se deben tomar en cuenta para la selección del sistema ducto barra.

5.1 Selección de Ducto Barras

5.1.1 Ducto Barra para Tableros

Debido a que este es un edificio comercial se implementara solo para el sistema de alimentadores principales .por ende se utilizara la ducto barra del tipo alimentador (FEEDER), y no se necesitan salidas enchufables en ningún otro punto que en los ya diseñados (tableros generales en cada nivel).

También contara con una caja inicial con terminal ubicada en el sótano 2 bajo los tableros generales

Debido a que tendremos tableros en cada nivel para servicios generales y de respaldo se necesitaran ducto barras del tipo enchufable estándar (PLUG IN) las cuales serán conectadas a los tableros por medio de cables

5.1.1.1 Configuración eléctrica

Debido a que el edificio contara con un sistema trifásico con tensión de 220 voltios utilizando una configuración de 3 fases, y libre de neutro. Por otro lado, se utilizara la carcasa como conductor de tierra

5.1.1.2 Grado de Protección

Ya que estará ubicado en sótanos y es propenso a salpicaduras la ducto barra tendrá una protección “IP 55”

5.1.1.3 Las barras

Por razones de peso, pero principalmente, por economía, se usara un ducto con barras de aluminio, la capacidad de conducción de las mismas está en función del tamaño de la carga completa del ducto

5.1.1.4 La capacidad de la ducto barra

Para calcular la capacidad de carga que se requiere primero tomar en consideración las cargas requerida en el edificio.

Tabla 6 Máxima Demanda de la Ducto Barra para Tableros

Ducto Barra Tableros (Piso 1 al Piso 7) - 3Ø - 220 V

ITEM	DESCRIPCION	Cant	C.U (W)	P.I. (W)	F.D	M.D. (W)
TP1	TG-P1 (Tablero General Piso 1)	1	40 000	40 000	0,8	32 000
TP2	TG-P2 (Tablero General Piso 2)	1	40 000	40 000	0,8	32 000
TP3	TG-P3 (Tablero General Piso 3)	1	40 000	40 000	0,8	32 000
TP4	TG-P4 (Tablero General Piso 4)	1	40 000	40 000	0,8	32 000
TP5	TG-P5 (Tablero General Piso 5)	1	40 000	40 000	0,8	32 000
TP6	TG-P6 (Tablero General Piso 6)	1	40 000	40 000	0,8	32 000
TP7	TG-P7 (Tablero General Piso 7)	1	40 000	40 000	0,8	32 000
Subtotal				280 000		224 000

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar tenemos una carga instalada de 224 000 W

Por lo que la fórmula para calcular la corriente será:

$$I = M.D./(\sqrt{3} \times f.\rho. \times V).....(3)$$

I = Es la corriente máxima que va a circular por las barras expresada en amperios

M.D. = Es la máxima demanda expresada en watts

V = es el voltaje entre líneas del sistema expresado en voltios

$f.\rho.$ = Es el factor de potencia (0,85)

Reemplazando

$$I = 224\,000 / (\sqrt{3} \times 0,85 \times 220)$$

$$I = 691,605 \text{ A}$$

Ahora hallaremos la corriente de diseño

$$I_{dis} = I \times 1,25 \dots\dots (4)$$

$$I_{dis} = 691,605 \times 1,25$$

$$I_{dis} = 864,51 \text{ A}$$

Como podemos observar la corriente de diseño seria 864,51 Amperios en esta ocasión la corriente tampoco coincide con ninguna ampacidad comercial de ducto barra por lo tanto, se debe escoger el valor inmediato superior (1000 A) (según Tabla 6)

5.1.1.5 Calculo de Caída de Tensión

Para Calcular la Caída de tensión primero debemos tomar en cuenta la tabla 6.

Tabla 7 Tabla de Caída de Tensión en Ducto Barras de Aluminio

Tabla 1/Aluminio					
Ex - way			Mini - way		
Ducto Barra	Vd/100m	Vd/100m	Ducto Barra	Vd/100m	Vd/100m
(A)	0,8	0,9	(A)	0,8	0,9
160	-----	-----	160	9,15	9,40
250	-----	-----	250	9,42	9,44
400	-----	-----	400	10,76	10,42
630	14,87	15,66	630	-----	-----
800	11,01	11,52	800	-----	-----
1 000	11,77	12,32	1 000	-----	-----
1 250	11,97	12,52	1 250	-----	-----
1 600	10,52	11,02	1 600	-----	-----
2 000	10,63	11,12	2 000	-----	-----
2 500	10,39	10,86	2 500	-----	-----
3 200	10,48	10,98	3 200	-----	-----
3 600	10,67	11,18	3 600	-----	-----
4 000	10,6	11,09	4 000	-----	-----
5 000	9,87	10,34	5 000	-----	-----
6 000	10,58	11,08	6 000	-----	-----
7 500	-----	-----	7 500	-----	-----

Fuente: <https://www.slideshare.net/chickendkc94/busduct-catalogue>

Ahora reemplazaremos los valores en la fórmula (5) la cual fue extraída de (<https://www.slideshare.net/chickendkc94/busduct-catalogue>):

$$\Delta V = \frac{\alpha \times V_d \times I_d \times D}{I_{ducto} \times 100(m)} \dots \dots (5)$$

Donde:

ΔV : Caída de tensión en Voltios (V).

α : Disposición de las Cargas (0,5 para cargas distribuidas)

V_d : Caída de Tensión en Ducto Barra (Aluminio) en 100m (V).

I_d : Corriente de diseño (A)

D : Distancia (m).

I_{ducto} : Corriente del ducto (A).

Reemplazamos:

$$\Delta V = \frac{0,5 \times 12,32 \times 865,51 \times 60}{1000 \times 100}$$

$$\Delta V = 3,198 \text{ V} = 3,198 \times 100 / 220 = 1,45\%$$

Como se muestra la caída de tensión es de 1,45 %.Estando dentro de lo permisible, siendo 2,5% la máxima caída de tensión el diseño de instalaciones eléctricas en residencias⁸

5.1.2 Ducto Barra para el Chiller

Debido a que este es un edificio comercial se implementara solo para el sistema de alimentadores principales .por ende se utilizara la ducto barra del tipo alimentador (FEEDER), y no se necesitan salidas enchufables en ningún otro punto que en los ya diseñados (tableros generales en cada nivel).

También contara con una caja con terminal inicial ubicada en el sótano 2 bajo los tableros generales y tendrá una caja con terminal final ubicada en la azotea

5.1.2.1 Configuración eléctrica

Debido a que el edificio contara con un sistema trifásico con tensión de 220 voltios utilizando una configuración de 3 fases, y libre de neutro.

Por otro lado, se utilizara la carcasa como conductor de tierra

⁸ Diseño de Instalaciones Eléctricas en Residencias – Rodríguez Macedo

5.1.2.2 Grado de Protección

Ya que estará ubicado en sótanos y es propenso a salpicaduras la ducto barra tendrá una protección “IP 55”

5.1.2.3 Las barras

Por razones de peso, pero principalmente, por economía, se usara un ducto con barras de aluminio, la capacidad de conducción de las mismas está en función del tamaño de la carga completa de dicho ducto

5.1.2.4 La capacidad de la ducto barra

Para calcular la capacidad de carga que se requiere primero debemos tomar en consideración las cargas requeridas por el cliente y que se utilizaran en el edificio.

Tabla 8 Máxima Demanda de la Ducto Barra del Chiller

T-CHI (Tablero Chiller) y Ducto barra Chiller - 3Ø - 220 V						
ITEM	DESCRIPCION	Cant	C.U (W)	P.I. (W)	F.D	M.D. (W)
CH-1	Equipo Chiller CH-01 (176kW)	1	176 000	176 000	0,8	140 800
CH-2	Equipo BP-1 (7.5Hp)	1	5 595	5 595	0,8	4 476
CH-3	Equipo BP-2 (7,5Hp)	1	5 595	5 595	0,8	4 476
CH-4	Equipo BS-1 (15Hp)	1	11 190	11 190	0,8	8 952
CH-5	Equipo BS-2 (15Hp)	1	11 190	11 190	0,8	8 952
Subtotal				209 570		167 656

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar tenemos una carga instalada de 167 656 W

Por lo que reemplazaremos en la ecuación (3)

$$I = 167\,656 (\sqrt{3} \times 0,85 \times 220)$$

$$I = 517,64\,A$$

Ahora hallaremos la corriente de diseño utilizando la ecuación (4):

$$I_{dis} = I \times 1,25$$

$$I_{dis} = 517,64 \times 1,25$$

$$I_{dis} = 647,05\,A$$

Como podemos observar la corriente de diseño seria 647,05 Amperios en esta ocasión la corriente tampoco coincide con ninguna ampacidad comercial de ducto barra por lo tanto, se debe escoger el valor inmediato superior (800 A). (Tabla 6)

5.1.2.5 Calculo de Caída de Tensión

Para Calcular la Caída de tensión primero debemos tomar en cuenta la caída de tensión de la ducto barra de aluminio de 800 A (Tabla 6).

Ahora reemplazaremos los valores en la ecuación (5):

$$\Delta V = \frac{0,5 \times 11,52 \times 647,80 \times 65}{800 \times 100}$$

$$\Delta V = 3,03\,V = 3,03 \times 100 / 220 = 1,38\%$$

Como se muestra la caída de tensión es de 1,38 %. Estando dentro de lo permisible, siendo 2,5% la máxima caída de tensión el diseño de instalaciones eléctricas en residencias (Rodríguez Macedo)

5.1.3 Ducto Barra para Servicios Generales

Debido a que este es un edificio comercial se implementara solo para el sistema de alimentadores principales .por ende se utilizara la ducto barra del tipo alimentador (FEEDER), y no se necesitan salidas enchufables en ningún otro punto que en los ya diseñados (tableros generales en cada nivel). También cabe resaltar que el ducto barra del tipo alimentador es el más económico.

También contara con una caja con terminal inicial ubicada en el sótano 2 bajo los tableros generales

Debido a que tendremos tableros en cada nivel para servicios generales y de respaldo se necesitaran ducto barras del tipo enchufable estándar (PLUG IN) las cuales serán conectadas a los tableros según el diagrama unifilar del proyecto (Anexos N°1)

5.1.3.1 Configuración eléctrica

Debido a que el edificio contara con un sistema trifásico con tensión de 220 voltios utilizando una configuración de 3 fases, y libre de neutro. Por otro lado, se utilizara la carcasa como conductor de tierra

5.1.3.2 Grado de Protección

Ya que estará ubicado en sótanos y es propenso a salpicaduras la ducto barra tendrá una protección “IP 55”

5.1.3.3 Las barras

Por razones de peso, pero principalmente, por economía, se usara un ducto con barras de aluminio, la capacidad de conducción de las mismas está en función del tamaño de la carga completa de dicho ducto.

5.1.3.4 La capacidad de la ducto barra

Para calcular la capacidad de carga que se requiere primero debemos tomar en consideración las cargas requeridas por el cliente y que se utilizaran en el edificio.

Tabla 9 Máxima Demanda de la Ducto Barra de Servicios Generales

Ducto Barra Servicios Generales (Respaldo Grupo electrogeno) - 3Ø - 220v					
ITEM	DESCRIPCION	Cant	P.I. (W)	F.D	M.D. (W)
S5	T-B (Tablero de Bombas)	1	26 320	0,59	15 476
S4	T-SGS4 (Tablero Servicios Generales Sótano 4)	1	7 990	0,79	6 346
S3	T-SGS3 (Tablero Servicios Generales Sótano 3)	1	7 244	0,79	5 749
S2	T-SGS2 (Tablero Servicios Generales Sótano 2)	1	7 244	0,79	5 749
S1	T-SGS1 (Tablero Servicios Generales Sótano 1)	1	7 244	0,79	5 749
SP1	T-SGP1 (Tablero Servicios Generales Piso 1)	1	9 058	0,84	7 628
SP8	T-SGAZ (Tablero Servicios Generales Azotea)	1	15 556	0,79	12 281
SP9	T-ASC (Tablero Ascensor)	1	34 341	0,95	32 741
Subtotal			114 997		91 717

Fuente: Elaboración Propia.

Como podemos observar tenemos una carga instalada de 114 997 W
Por lo que reemplazaremos en la ecuación (3) para calcular la corriente será:

$$I = M.D./(\sqrt{3} \times f.p. \times V)$$

I = Es la corriente máxima que va a circular por las barras expresada en amperios

M.D. = Es la máxima demanda expresada en watts

V = es el voltaje entre líneas del sistema expresado en voltios

f.p.= Es el factor de potencia (0,85)

Reemplazando

$$I = 91\,717/(\sqrt{3} \times 0,85 \times 220)$$

$$I = 283,17 \text{ A}$$

Ahora hallaremos la corriente de diseño utilizando la ecuación (4):

$$I_{dis} = I \times 1,25$$

$$I_{dis} = 283,17 \times 1,25$$

$$I_{dis} = 353,97 \text{ A}$$

Como podemos observar la corriente de diseño sería 353,97 Amperios en esta ocasión la corriente no coincide con ninguna ampacidad comercial de ducto barra por lo tanto, se debe escoger el valor inmediato superior (400 A).(Tabla 6)

5.1.3.5 Calculo de Caída de Tensión

Para Calcular la Caída de tensión primero debemos tomar en cuenta la impedancia en una ducto barra de aluminio de 400 A (Tabla 6).

Ahora reemplazaremos los valores en la ecuación (5):

Reemplazamos:

$$\Delta V = \frac{0,5 \times 10,42 \times 353,97 \times 70}{400 \times 100}$$

$$\Delta V = 3,227 \text{ V} = 3,227 \times 100 / 220 = 1,46\%$$

Como se muestra la caída de tensión es de 1,46 %. Estando dentro de lo permisible, siendo 2,5% la máxima caída de tensión el diseño de instalaciones eléctricas en residencias (Rodríguez Macedo)

5.1.4 Los planos de diseño

Cuando se termina la etapa de diseño y especificación del sistema de ducto barra, se deben realizar los planos correspondientes, en los cuales es necesario mostrar de una forma clara, el recorrido total que va a tener el ducto barra, desde el punto de alimentación (en este caso la sub estación) hasta el punto final del mismo.

Un dibujo isométrico acotado es suficiente para que el fabricante proceda a la fabricación.

Para realizar los planos finales del ducto barra es necesario contar con una planta, una elevación y un detalle del cuarto eléctrico. Estos planos se entienden acotado o a escala (planos adjuntos en anexos)

El isométrico sirve para mostrar los detalles de los accesorios, el tipo de ducto barra y principalmente la dimensiones de cada una de las piezas del sistema. Las dimensiones del isométrico del ducto barra se indican de centro a centro y se expresan en pies. Cuando se tienen accesorios referidos desde el suelo, esta dimensión se indica al centro de los mismos.

5.2 El listado de piezas del sistema de ducto barra

Después de terminar los planos finales del ducto barra, se hace un listado de componentes del sistema. Este listado sirve para cotizar el sistema debido a que el ducto barra se vende por metro lineal y además cada accesorio tiene un costo diferente por la mano de obra de su fabricación. El listado de piezas del ducto barra incluye los metros lineales y los accesorios.

5.2.1 Los metros lineales

Para calcular los metros lineales del ducto barra a utilizar se deben tomar los planos y sumar tramo por tramo, incluyendo los tramos donde hay accesorios como codos, tes, juntas de expansión o cualquier otro que este en el recorrido principal. Las dimensiones de los tramos deben considerarse de centro a centro siempre y cuando no sea una pieza final.

5.2.2 Los accesorios

Después de calcular los metros lineales de ducto barra a utilizar, se procede a ubicar en los planos finales todos los accesorios que serán utilizados para el correcto funcionamiento del sistema. Cada accesorio tiene un precio asignado dependiendo del fabricante, pero regularmente se refiere al costo de mano de obra para su fabricación.

5.2.3 Listado de piezas del sistema de ducto barra de servicios generales (400 A)

Tabla 10 Listado de Piezas de la Ducto Barra de Servicios Generales

Ducto Barra Servicios Generales 400 A (Respaldo Grupo electrógeno) - 3Ø - 220v			
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD
1	Ducto de barra 400A	70	MI
2	"T" Horizontal	1	Pz
3	Terminal de conexión con caja	1	Pz
4	Brida de pared	1	Pz
5	Tapa final	2	Pz
6	Derivadores	14	Pz
7	Caja de derivación c/int 3x32A	6	Pz
8	Caja de derivación c/int 3x40A	5	Pz
9	Caja de derivación c/int 3x50A	1	Pz
10	Caja de derivación c/int 3x80A	1	Pz
11	Caja de derivación c/int 3x100A	1	Pz
12	Soporte vertical rígido	4	Set
13	Soporte vertical con muelle	8	Set

Fuente: Elaboración Propia

5.2.4 Listado de piezas del sistema ducto barra de tableros (1000 A)

Tabla 11 Listado de Piezas de la Ducto Barra de Tableros

Ducto Barra Tableros 1000 A (Piso 1 al Piso 7) - 3Ø - 220 V			
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD
1	Ducto de barra 1000A	60	MI
2	Curvas verticales	2	Pz
3	Curvas Horizontales	1	Pz
4	Terminal de conexión con caja	1	Pz
5	Tapa final	1	Pz
6	Derivadores	7	Pz
7	Caja de derivación c/int 3x160A	7	Pz
8	Soporte vertical rígido	3	Set
9	Soporte vertical con muelle	5	Set

Fuente: Elaboración Propia

5.2.5 Listado de piezas del sistema ducto barra del chiller (800 A)

Tabla 12 Listado de Piezas de la Ducto Barra del Chiller

T-CHI (Tablero Chiller) y Ducto barra Chiller - 3Ø - 220 V			
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD
1	Ducto de barra 800A	65	MI
2	Curvas verticales	2	Pz
3	Curvas Horizontales	1	Pz
4	Terminal de conexión con caja	2	Pz
5	Soporte vertical rígido	3	Set
6	Soporte vertical con muelle	6	Set

Fuente: Elaboración Propia

5.3 Comparativo Económico Entre el Sistema Convencional y el Sistema Ducto Barra

5.3.1 Calculo del Calibre de Alimentadores en el Sistema Convencional

La evaluación económica es uno de los puntos más importantes en la etapa de diseño debido a que un sistema de distribución puede ser técnicamente funcional pero si su costo sobrepasa el presupuesto para dicho implementación. Lo más probable es que no se ejecute y termine siendo un sistema obsoleto. Por lo cual lo más aconsejable es hacer un balance entre ambos sistemas.

Lo primero que haremos será calcular el calibre del cable tomando en cuenta que se está contemplando 3 sistemas de ducto barra los cuales ya calculamos anteriormente.

- a) Ducto Barra para Servicios Generales
- b) Ducto Barra para Tableros
- c) Ducto Barra para el chiller

Y sabiendo que las cargas respectivamente son:

Tabla 13 Caída de Tensión para el Sistema de Servicios Generales

Ducto Barra Servicios Generales (Respaldo Grupo electrogeno) - 3Ø - 220v					
ITEM	DESCRIPCION	Cant	P.I. (W)	F.D	M.D. (W)
S5	T-B (Tablero de Bombas)	1	26 320	0,59	15 476
S4	T-SGS4 (Tablero Servicios Generales Sótano 4)	1	7 990	0,79	6 346
S3	T-SGS3 (Tablero Servicios Generales Sótano 3)	1	7 244	0,79	5 749
S2	T-SGS2 (Tablero Servicios Generales Sótano 2)	1	7 244	0,79	5 749
S1	T-SGS1 (Tablero Servicios Generales Sótano 1)	1	7 244	0,79	5 749
SP1	T-SGP1 (Tablero Servicios Generales Piso 1)	1	9 058	0,84	7 628
SP8	T-SGAZ (Tablero Servicios Generales Azotea)	1	15 556	0,79	12 281
SP9	T-ASC (Tablero Ascensor)	1	34 341	0,95	32 741
Subtotal			114 997		91 717

Fases	I (A)	Idis (A)	INT. / DuctoBarra	T. Cable	S (mm2)	L(m)	ΔV	ΔV (%)	CONDUCTOR
3Ø	283,51	354,38	3x400	N2XOH	240	70	2,52	1,47	3-1x240mm2 + 1x50mm2(T) - Bandeja de 300x100mm

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14 Caída de Tensión en el Sistema de Tableros

Ducto Barra Tableros (Piso 1 al Piso 7) - 3Ø - 220 V

ITEM	DESCRIPCION	Cant	C.U (W)	P.I. (W)	F.D	M.D. (W)
TP1	TG-P1 (Tablero General Piso 1)	1	40 000	40 000	0,8	32 000
TP2	TG-P2 (Tablero General Piso 2)	1	40 000	40 000	0,8	32 000
TP3	TG-P3 (Tablero General Piso 3)	1	40 000	40 000	0,8	32 000
TP4	TG-P4 (Tablero General Piso 4)	1	40 000	40 000	0,8	32 000
TP5	TG-P5 (Tablero General Piso 5)	1	40 000	40 000	0,8	32 000
TP6	TG-P6 (Tablero General Piso 6)	1	40 000	40 000	0,8	32 000
TP7	TG-P7 (Tablero General Piso 7)	1	40 000	40 000	0,8	32 000
Subtotal				280 000		224 000

Fases	I (A)	Idis (A)	INT. / DuctoBarra	T. Cable	S (mm2)	L(m)	ΔV	ΔV (%)	CONDUCTOR
3Ø	692,41	865,51	3x1 000	N2XOH	240	60	2,20	1,32	3(3- 1x240mm2) + 1x120mm2(T) - Bandeja de 400x100mm

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15 Caída de Tensión en el Sistema del Chiller

T-CHI (Tablero Chiller) y Ducto barra Chiller - 3Ø - 220 V

ITEM	DESCRIPCION	Cant	C.U (W)	P.I. (W)	F.D	M.D. (W)
CH-1	Equipo Chiller CH-01 (176kW)	1	176 000	176 000	0,8	140 800
CH-2	Equipo BP-1 (7,5Hp)	1	5 595	5 595	0,8	4 476
CH-3	Equipo BP-2 (7,5Hp)	1	5 595	5 595	0,8	4 476
CH-4	Equipo BS-1 (15Hp)	1	11 190	11 190	0,8	8 952
CH-5	Equipo BS-2 (15Hp)	1	11 190	11 190	0,8	8 952
Subtotal				209 570		167 656

Fases	I (A)	Idis (A)	INT. / DuctoBarra	T. Cable	S (mm ²)	L(m)	ΔV	ΔV (%)	CONDUCTOR
3Ø	518,24	647,80	3x800	N2XOH	240	65	2,67	1,54	2(3- 1x240mm ²) + 1x70mm ² (T) - Bandeja de 400x100mm

Fuente: Elaboración Propia

Una vez tenemos las dimensiones del ducto barra y los calibres de los conductores hacemos una comparación económica solo en el material de instalación requerido.

5.3.2 Presupuestos del Sistema Convencional

5.3.2.1 Presupuesto General

Tabla 16 Presupuesto de Suministro y Montaje del Sistema Convencional

Presupuesto de Instalaciones Eléctricas Mediante el Uso del Sistema Convencional					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO	P. TOTAL
1.00	ALIMENTADORES PRINCIPALES				
1.01	ALIMENTADOR PARA SERVICIOS GENERALES 3-1x240mm ² + 1x50mm ² (T)	ml.	75	S/. 576,77	S/. 43 257,75
1.02	ALIMENTADOR PARA TABLEROS 3(3-1x240mm ²) + 1x120mm ² (T)	ml.	65	S/. 1 673,59	S/. 108 783,35
1.03	ALIMENTADOR PARA CHILLER 2(3-1x240mm ²) + 1x70mm ² (T)	ml.	70	S/. 1 103,82	S/. 77 267,40
2.00	BANDEJA PORTACABLES				
2.01	BANDEJA RANURADA DE 400X100mm	ml.	125	S/. 93,72	S/. 11 715,00
2.02	BANDEJA RANURADA DE 300X100 mm	ml.	70	S/. 83,91	S/. 5 873,70

SUB TOTAL		S/. 246 897,20
IGV	18%	S/. 44 441,50
TOTAL		S/. 291 338,70

Fuente: Elaboración Propia

5.3.2.2 Análisis de precios unitarios (APUS)

6

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
HOJA No :					
FECHA:		jueves, 22 de marzo de 2018			
OBRA:		PRESUPUESTO			
ITEM:					
DESCRIPCION:		1.01			
UND:		ALIMENTADOR PARA SERVICIOS			
CANT:		ml.			
COD APU:					
COD	MATERIALES	UND	CANT	VR.UNIT	VR.TOTAL
13	CABLE N2XH UNIPOLAR 240 mm2	ml	3,00	104,11	312,33
7	CABLE N2XH UNIPOLAR 50 mm2	ml	1,00	17,30	17,30
47	TERMINAL CABLE 240 mm	un	6,00	27,72	166,32
41	TERMINAL CABLE 50 mm	un	2,00	5,28	10,56
SUMA S/.					506,51
DESPERDICIOS, HERRAMIENTAS Y TRANSPORTE					20,26
SUB - TOTAL DE MATERIALES				S/.	526,77
MANO DE OBRA				S/.	50,000
TOTAL COSTO DIRECTO				S/.	576,77
GASTOS GENERALES				% S/.	
UTILIDAD				% S/.	
I.G.V.				% S/.	103,82
VALOR TOTAL UNITARIO				S/.	680,59

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
HOJA No :					
FECHA:		jueves, 22 de marzo de 2018			
OBRA:		PRESUPUESTO			
ITEM:					
DESCRIPCION:		1.02			
UND:		ALIMENTADOR PARA TABLEROS 3(3-			
CANT:		ml.			
COD APU:					
COD	MATERIALES	UND	CANT	VR.UNIT	VR.TOTAL
13	CABLE N2XH UNIPOLAR 240 mm2	ml	9,00	104,11	936,99
10	CABLE N2XH UNIPOLAR 120 mm2	ml	1,00	50,72	50,72
47	TERMINAL CABLE 240 mm	un	18,00	27,72	498,96
44	TERMINAL CABLE 120 mm	un	2,00	13,20	26,40
SUMA S/.					1 513,07
DESPERDICIOS, HERRAMIENTAS Y TRANSPORTE				4 % S/.	60,52
SUB - TOTAL DE MATERIALES				S/.	1 573,59
MANO DE OBRA				S/.	100,000
TOTAL COSTO DIRECTO				S/.	1 673,59
GASTOS GENERALES				% S/.	
UTILIDAD				% S/.	
I.G.V.				18 % S/.	301,25
VALOR TOTAL UNITARIO				S/.	1 974,84

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
HOJA No :					
FECHA:	jueves, 22 de marzo de 2018				
OBRA:	PRESUPUESTO				
ITEM:					
DESCRIPCION:	1.03				
UND:	ALIMENTADOR PARA CHILLER 2(3-				
CANT:	ml.				
COD APU:					
COD	MATERIALES	UND	CANT	VR.UNIT	VR.TOTAL
13	CABLE N2XH UNIPOLAR 240 mm2	ml	6,00	104,11	624,66
8	CABLE N2XH UNIPOLAR 70 mm2	ml	1,00	25,41	25,41
47	TERMINAL CABLE 240 mm	un	12,00	27,72	332,64
42	TERMINAL CABLE 70 mm	un	2,00	5,68	11,35
SUMA S/.					994,06
DESPERDICIOS, HERRAMIENTAS Y TRANSPORTE				4 % S/.	39,76
SUB - TOTAL DE MATERIALES				S/.	1 033,82
MANO DE OBRA				S/.	70,000
TOTAL COSTO DIRECTO				S/.	1 103,82
GASTOS GENERALES				% S/.	
UTILIDAD				% S/.	
I.G.V.				18 % S/.	198,69
VALOR TOTAL UNITARIO				S/.	1 302,51

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
HOJA No :					
FECHA:	jueves, 22 de marzo de 2018				
OBRA:	PRESUPUESTO				
ITEM:					
DESCRIPCION:	2.01				
UND:	BANDEJA DE 400 X 100 mm				
CANT:	ml.				
COD APU:					
COD	MATERIALES	UND	CANT	VR.UNIT	VR.TOTAL
124	BANDEJAS 400X100MM RANURADA GALVANIZADA	ml	1,00	44,40	44,40
33	CABLE COBRE DESNUDO 35 mm	ml	1,00	13,21	13,21
134	ACCESORIOS BANDEJA 400X100	ml	0,50	22,20	11,10
108	TACO DE ANCLAJE HILTY 3/8"	un	1,33	1,20	1,60
139	Riel tipo UNISTRUT de 44x28, zincado	ml	0,20	24,00	4,80
140	VARILLA ACERO ROSCADO 3 MTS 3/8	un	0,80	12,39	9,91
141	TUERCA Y ARANDELA DE 3/8"	un	2,67	0,36	0,96
SUMA S/.					85,98
DESPERDICIOS, HERRAMIENTAS Y TRANSPORTE			4	% S/.	3,44
SUB - TOTALDE MATERIALES				S/.	89,42
MANO DE OBRA				S/.	4,299
TOTAL COSTO DIRECTO				S/.	93,72
GASTOS GENERALES				% S/.	
UTILIDAD				% S/.	
I.G.V.				18 % S/.	16,87
VALOR TOTAL UNITARIO				S/.	110,59

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA No :					
FECHA:		jueves, 22 de marzo de 2018			
OBRA:		PRESUPUESTO			
ITEM:					
DESCRIPCION:		2.02			
UND:		BANDEJA DE 300 X 100 mm			
CANT:		ml.			
COD APU:					
COD	MATERIALES	UND	CANT	VR.UNIT	VR.TOTAL
122	BANDEJAS 300X100MM RANURADA GALVANIZADA	ml	1,00	37,20	37,20
33	CABLE COBRE DESNUDO 35 mm	ml	1,00	13,21	13,21
132	ACCESORIOS BANDEJA 300X100	ml	0,50	18,60	9,30
108	TACO DE ANCLAJE HILTY 3/8"	un	1,33	1,20	1,60
139	Riel tipo UNISTRUT de 44x28, zincado	ml	0,20	24,00	4,80
140	VARILLA ACERO ROSCADO 3 MTS 3/8	un	0,80	12,39	9,91
141	TUERCA Y ARANDELA DE 3/8"	un	2,67	0,36	0,96
SUMA S/.					76,98
DESPERDICIOS, HERRAMIENTAS Y TRANSPORTE					4 % S/. 3,08
SUB - TOTAL DE MATERIALES					80,06
MANO DE OBRA					S/. 3,849
TOTAL COSTO DIRECTO					83,91
GASTOS GENERALES					% S/.
UTILIDAD					% S/.
I.G.V.					18 % S/. 15,10
VALOR TOTAL UNITARIO					99,01

5.3.3 Presupuesto del Sistema de Ducto Barra

5.3.3.1 Presupuesto General

Tabla 17 Presupuesto de Suministro y Montaje del Sistema Ducto Barra

Presupuesto de Instalaciones Eléctricas Mediante el Uso del Sistema Ducto Barra					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P. UNITARIO	P. TOTAL
1.00	ALIMENTADORES PRINCIPALES				
1.01	DUCTO DE BARRA MINI-WAY 400A 3P/3W+GE, AL/AL, IP55 DB [TG.T - (T.B hasta T.ASC)]	ml.	60	S/. 1 053,66	S/. 63 219,60
1.02	DUCTO DE BARRA EX-WAY 800A 3P/3W+GE, AL/AL, IP55 DB [TG.T - T.CHI]	ml.	65	S/. 782,11	S/. 50 837,15
1.03	DUCTO DE BARRA MINI-WAY 400A 3P/3W+GE, AL/AL, IP55 DB [TG.T - (T.B hasta T.ASC)]	ml.	70	S/. 962,52	S/. 67 376,40
SUB TOTAL					S/. 181 433,15
IGV				18%	S/. 32 657,97
TOTAL					S/. 214 091,12

Fuente: Elaboración Propia

5.3.3.2 Análisis de Precios Unitarios (APUS)

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
HOJA No :					
FECHA:	jueves, 08 de marzo de 2018				
OBRA:	PRESUPUESTO EDIFICIO CAVENECIA				
ITEM:	2.01				
DESCRIPCION:	DUCTO DE BARRA EX-WAY 1000A,3P/3W+GE, AL/AL, IP55 DB [TG.T - (TG.P1 hasta TG.P7)]				
UND:	ml				
CANT:	60.00				
COD APU:					
COD	MATERIALES	UND	CANT	VR.UNIT	VR.TOTAL
426	DUCTO DE BARRA EX-WAY 1000A,3P/3W+GE, AL/AL	ml	1,00	933,53	933,53
232	TACO DE ANCLAJE HILTY 3/8"	un	1,33	1,20	1,60
254	Riel tipo UNISTRUT de 44x28, zincado	ml	0,50	25,20	12,60
5419	VARILLA ACERO ROSCADO 3 MTS 3/8	un	2,00	12,39	24,78
255	TUERCA Y ARANDELA DE 3/8"	un	5,33	0,36	1,92
SUMA \$					974,43
DESPERDICIOS, HERRAMIENTAS Y TRANSPORTE			3	% S/.	29,23
SUB - TOTALDE MATERIALES				S/.	1 003,66
MANO DE OBRA				S/.	50,000
TOTAL COSTO DIRECTO				S/.	1 053,66
GASTOS GENERALES				% S/.	
UTILIDAD				% S/.	
I.G.V.				18 % S/.	189,66
VALOR TOTAL UNITARIO				S/.	1 243,32

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA No :					
FECHA:	jueves, 08 de marzo de 2018				
OBRA:	PRESUPUESTO EDIFICIO CAVENECIA				
ITEM:	2.02				
DESCRIPCION:	DUCTO DE BARRA EX-WAY 800A 3P/3W+GE, AL/AL, IP55 DB [TG.T - T.CHI]				
UND:	ml				
CANT:	65.00				
COD APU:					
COD	MATERIALES	UND	CANT	VR.UNIT	VR.TOTAL
427	DUCTO DE BARRA EX-WAY 800A 3P/3W+GE, AL/AL,	ml	1,00	669,89	669,89
232	TACO DE ANCLAJE HILTY 3/8"	un	1,33	1,20	1,60
254	Riel tipo UNISTRUT de 44x28, zincado	ml	0,50	25,20	12,60
5419	VARILLA ACERO ROSCADO 3 MTS 3/8	un	2,00	12,39	24,78
255	TUERCA Y ARANDELA DE 3/8"	un	5,33	0,36	1,92
SUMA \$					710,79
DESPERDICIOS, HERRAMIENTAS Y TRANSPORTE			3	% S/.	21,32
SUB - TOTALDE MATERIALES				S/.	732,11
MANO DE OBRA				S/.	50,000
TOTAL COSTO DIRECTO				S/.	782,11
GASTOS GENERALES				% S/.	
UTILIDAD				% S/.	
I.G.V.				% S/.	140,78
VALOR TOTAL UNITARIO				S/.	922,89

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA No :					
FECHA:		jueves, 08 de marzo de 2018			
OBRA:		PRESUPUESTO EDIFICIO CAVENECIA			
ITEM:		2.03			
DESCRIPCION:		DUCTO DE BARRA MINI-WAY 400A 3P/3W+GE, AL/AL, IP55 DB [TG.T - (T.B hasta T.ASC)]			
UND:		ml			
CANT:		70.00			
COD APU:					
COD	MATERIALES	UND	CANT	VR.UNIT	VR.TOTAL
428	DUCTO DE BARRA MINI-WAY 400A 3P/3W+GE, AL/AL	ml	1,00	845,04	845,04
232	TACO DE ANCLAJE HILTY 3/8"	un	1,33	1,20	1,60
254	Riel tipo UNISTRUT de 44x28, zincado	ml	0,50	25,20	12,60
5419	VARILLA ACERO ROSCADO 3 MTS 3/8	un	2,00	12,39	24,78
255	TUERCA Y ARANDELA DE 3/8"	un	5,33	0,36	1,92
SUMA \$					885,94
DESPERDICIOS, HERRAMIENTAS Y TRANSPORTE			3	% S/.	26,58
SUB - TOTAL DE MATERIALES				S/.	912,52
MANO DE OBRA				S/.	50,000
TOTAL COSTO DIRECTO				S/.	962,52
GASTOS GENERALES				% S/.	
UTILIDAD				% S/.	
I.G.V.			18	% S/.	173,25
VALOR TOTAL UNITARIO				S/.	1 135,77

5.3.4 Comparativo en Mantenimiento

5.6.4.1 Mantenimiento en Ducto Barras

Tabla 18 Programa de Mantenimiento Preventivo Anual para el Sistema Ducto Barras

ITEM	1.1	1.2	1.3	1.4
ELEMENTO	DUCTO BARRA	DUCTO BARRA	DUCTO BARRA	DUCTO BARRA
TIPO DE MANTENIMIENTO	PREVENTIVO	PREDICTIVO	PREVENTIVO	PREVENTIVO
REQUIERE CORTE DE ENERGIA	SI	NO	SI	SI
ACTIVIDAD	LIMPIEZA DE POLVO Y MATERIAL PARTICULADO DEPOSITADO SOBRE LOS DUCTOBARRAS	INSPECCION TERMOGRAFICA A TRAVES DE TODO EL RECORRIDO DEL DUCTOBARRA	APRIETE MECANICO EN CONTACTOS DE LA DUCTOBARRA SEGÚN RESULTADO DE LA TERMOGRAFIA.	MEDICION DE AISLAMIENTO
DESCRIPCION	ASPIRADO DE ELEMENTOS DEPOSITADOS SOBRE LA DUCTO BARRA	ANALISIS DE TEMPERATURAS EN TODO EL RECORRIDO DE LOS DUCTO BARRA	TORQUE EN UNIONES DE DUCTOBARRA TORQUE CAJAS DE DERIVACIONES, CAJAS FINALES, TORQUE EN CONEXIONES DE	PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO DE
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	ASPIRADORA INDUSTRIAL EQUIPO DE TRABAJO EN ALTURAS	CAMARA INFRARROJA, MEDIDOR DE TEMPERATURA A DISTANCIA	TORQUIMETRO DE 50 LB EQUIPO DE TRABAJO EN ALTURAS	MEGOHMETRO DE 1 KV , EQUIPO DE TRABAJO EN ALTURA
TIEMPO	NO MAYOR 12 MESES	NO MAYOR 6 MESES	NO MAYOR 24 MESES	NO MAYOR 12 MESES
CONDICION PREVIA	REALIZAR REVISIONES VISUALES MENSUALES	REALIZAR REVISIONES VISUALES MENSUALES	TERMOGRAFIA	LLEVAR EL REGISTRO DE FALLAS POR CIRCUITO
COSTO DE MANTENIMIENTO	S/. 1 200,00	S/. 600,00	S/. 6 000,00	S/. 750,00
CANTIDAD DE MANTENIMIENTOS EN UN AÑO	1	2	0.5	1
COSTO DE MANTENIMIENTO POR AÑO	S/. 1 200,00	S/. 1 200,00	S/. 3 000,00	S/. 750,00

Fuente: Elaboración Propia

5.6.4.2 Mantenimiento en el Sistema Convencional

Tabla 19 Programa de Mantenimiento Preventivo Anual para el Sistema Convencional

ITEM	1.10	1.20	1.30
ELEMENTO	ALIMENTADOR	ALIMENTADOR	ALIMENTADOR
TIPO DE MANTENIMIENTO	PREVENTIVO	PREVENTIVO	PREVENTIVO
REQUIERE CORTE DE ENERGIA	SI	NO	SI
ACTIVIDAD	LIMPIEZA DE POLVO Y MATERIAL PARTICULADO DEPOSITADO SOBRE LOS ALIMENTADORES PRINCIPALES	INSPECCION TERMOGRAFICA A TRAVES DE TODO EL RECORRIDO DE LOS ALIMENTADORES	MEDICION DE AISLAMIENTO
DESCRIPCION	ASPIRADO DE ELEMENTOS DEPOSITADOS SOBRE LOS ALIMENTADORES	ANALISIS DE TEMPERATURAS EN TODO EL RECORRIDO DE LOS ALIMENTADORES ,TABLEROS , CAJAS DE PASE Y EMPALMES DERIVACION	PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO DE TODAS LAS PRUEBAS FASE - FASE Y FASE A TIERRA
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	ASPIRADORA INDUSTRIAL EQUIPO DE TRABAJO EN ALTURAS	CAMARA INFRARROJA, MEDIDOR DE TEMPERATURA A DISTANCIA	MEGOHMETRO DE 1 KV EQUIPO DE TRABAJO EN ALTURAS
TIEMPO	NO MAYOR 12 MESES	NO MAYOR 6 MESES	NO MAYOR 12 MESES
CONDICION PREVIA	REALIZAR REVISIONES VISUALES MENSUALES	REALIZAR REVISIONES VISUALES MENSUALES	LLEVAR EL REGISTRO DE FALLAS POR CIRCUITO
COSTO DE MANTENIMIENTO	S/. 1 200,00	S/. 600,00	S/. 1 000,00
CANTIDAD DE MANTENIMIENTOS EN UN AÑO	1	2	1
COSTO DE MANTENIMIENTO POR AÑO	S/. 1 200,00	S/. 1 200,00	S/. 1 000,00

Fuente: Elaboración Propia.

Cabe resaltar que si bien el mantenimiento preventivo de la ducto barra es más caro, pero el mantenimiento correctivo del sistema convencional es mucho más tedioso, costoso, y no es reutilizable como el sistema de ducto barras

5.3.5 Análisis de costos del diseño e implementación de ducto barras para el edificio Cavenecia

Para hacer un comparativo económico entre el sistema de ducto barras y el sistema convencional, se deben considerar los siguientes rubros:

- I. Cotos de Ejecución
- II. Costo de Mantenimiento
- III. Tiempo de vida Útil

Teniendo en cuenta que los costos de ejecución del sistema convencional y del sistema de ducto barran están referenciados en la Tabla 16 y Tabla 17 respectivamente.

Se tiene que el costo anual del mantenimiento de la ducto barra es de S/. 6 150 (Tabla 18); mientras que el del sistema convencional es de S/. 3 400 (Tabla 19)

Al igual que los alimentadores; la ducto barra posee un tiempo de vida útil antes que empiece a perder sus características técnicas y físicas, de 50 años según especificaciones de sus fabricantes⁹. Pero en esta ocasión solo consideraremos una vida útil de 20 años para el sistema convencional y de 40 años para el sistema de ducto barra

⁹ <http://manelsa.com.pe/noticias/ducto-barras-ls-cable-system-el-nuevo-estandar-en-instalaciones-electricas>

Tabla 20 Análisis de Costos: Sistema de Ducto Barra

ANALISIS DE COSTOS : COSTO DEL SISTEMA DE DUCTO BARRA			
AÑOS	COSTO DE EJECUCION	COSTO DE MANTENIMIENTOS	TOTAL
0	S/. 214 091,12		S/. 214 091,12
1		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
2		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
3		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
4		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
5		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
6		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
7		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
8		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
9		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
10		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
11		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
12		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
13		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
14		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
15		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
16		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
17		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
18		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
19		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
20		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
21		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
22		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
23		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
24		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
25		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
26		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
27		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
28		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
29		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
30		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
31		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
32		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
33		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
34		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
35		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
36		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
37		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
38		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
39		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00
40		S/. 6 150,00	S/. 6 150,00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21 Análisis de Costos: Sistema Convencional

ANALISIS DE COSTOS : COSTO DEL SISTEMA CONVENCIONAL			
AÑOS	COSTO DE EJECUCION	COSTO DE MANTENIMIENTOS	TOTAL
0	S/. 291 338,70		S/. 291 338,70
1		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
2		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
3		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
4		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
5		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
6		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
7		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
8		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
9		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
10		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
11		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
12		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
13		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
14		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
15		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
16		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
17		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
18		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
19		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
20		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
21	S/. 291 338,70		S/. 291 338,70
22		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
23		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
24		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
25		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
26		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
27		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
28		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
29		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
30		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
31		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
32		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
33		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
34		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
35		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
36		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
37		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
38		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
39		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00
40		S/. 3 400,00	S/. 3 400,00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22 Comparativo de Costos: Sistema de Ducto Barras - Sistema Convencional

COMPARATIVO DE COSTOS : SISTEMA DE DUCTO BARRA - SISTEMA CONVENCIONAL				
AÑOS	COSTO DE DCUTO BARRA		COSTO DEL SISEMA CONVENCINAL	
0	S/.	214 091,12	S/.	291 338,70
1	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
2	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
3	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
4	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
5	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
6	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
7	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
8	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
9	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
10	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
11	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
12	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
13	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
14	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
15	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
16	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
17	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
18	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
19	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
20	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
21	S/.	6 150,00	S/.	291 338,70
22	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
23	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
24	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
25	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
26	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
27	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
28	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
29	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
30	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
31	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
32	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
33	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
34	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
35	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
36	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
37	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
38	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
39	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00
40	S/.	6 150,00	S/.	3 400,00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23 Sistema de Ducto Barras - Sistema de Convencional

ANALISIS DE COSTOS : SISTEMA DUCTO BARRAS - SISTEMA DE CONVENCIONAL			
AÑOS	COSTO DE EJECUCION	COSTO DE MANTENIMIENTOS	TOTAL
0	S/. 77 247,58		S/. 77 247,58
1		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
2		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
3		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
4		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
5		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
6		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
7		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
8		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
9		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
10		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
11		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
12		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
13		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
14		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
15		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
16		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
17		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
18		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
19		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
20		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
21	S/. 291,338.70	S/. -6 150,00	S/. 285 188,70
22		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
23		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
24		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
25		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
26		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
27		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
28		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
29		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
30		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
31		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
32		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
33		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
34		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
35		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
36		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
37		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
38		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
39		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00
40		S/. -2 750,00	S/. -2 750,00

Fuente: Elaboración Propia

Para obtener los beneficios del uso del sistema de ducto barras, se restara los costos del sistema convencional (tabla 21) de los costos del sistema de ducto barras (tabla 20), obteniéndose los siguientes resultados (Tabla 23).

5.6.5.1 Comparación Financiera

Una vez que se obtienen los beneficios de la implementación de la ducto barra, se debe hacer una comparación de costos para un horizonte de 40 años con respecto al sistema convencional (Tabla 23), para ellos se evalúa el Valor Actual Neto (VAN)

Tabla 24 Valor Actual Neto

VAN	S/. 81 228,69
-----	---------------

Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

Conclusiones

1. La máxima demanda de energía eléctrica para cada alimentador principal siendo 224 kW la máxima demanda para los tableros generales, 168 kW es la máxima demanda de los alimentadores del chilles y 92 kW es la máxima demanda de los servicios generales.

2. Se dimensiono satisfactoriamente los 3 sistemas de ducto barra:

Siendo necesario una Ducto Barra de 1000 A para el sistema de Tableros Generales, una Ducto Barra de 800 A para abastecer el chiller y por ultimo una Ducto Barra de 400 A que será la que abastecerá las áreas comunes y servicios generales

3. Se calculó el presupuesto de la ducto barra de la propuesta siendo este un estimado de 214 091,12 soles.
4. Se observa que con el uso del sistema de ducto barra se tiene un ahorro de 81 228,69 soles (Tabla 24) con respecto al sistema convencional para un horizonte de 40 años.

BIBLIOGRAFÍA

Código Nacional Eléctrico (CNE). Perú. 2006

Diseño de Instalaciones Eléctricas en Residencias – Mario German Rodríguez Macedo. Disponible en <https://tulosabias.com/pdf-libro-diseno-de-instalaciones-electricas-en-residencias-mario-german-rodriguez-macedo-descarga-gratuita/>

Ductobarra Busduct “Conductores Eléctricos” .2018. Disponible en http://www.ductobarra.com/Busduct_Catalogo_General.pdf

Karla V. Merentes (2012). Instalaciones en ducto barras para distribución eléctrica en baja tensión por ducto barras. Universidad Simón Bolívar. Venezuela

Legrand Sistema de Ducto Barras .2018. Disponible en http://www.legrand.com.pe/catalogos/book/ducto_barra/files/ductobarra.pdf

LSC Bus Way System (LS Cable y System) catalogo. Disponible en <https://www.slideshare.net/chickendkc94/busduct-catalogue>

Luis Fernando Sulá Sul (2014). En su tesis titulada “Subestación eléctrica y alimentadores (Ducto Barra) del edificio de apartamentos torre 14 DIELCOM S. A”.(Tesis de Grado).Universidad San Carlos de Guatemala. Ciudad de Guatemala. Guatemala.

Manelsa.Lima.Peru.2018. Disponible en <http://manelsa.com.pe/noticias/ducto-barras-ls-cable-system-el-nuevo-estandar-en-instalaciones-electricas>

Módulo de aprendizaje 14. Electroducto. Cutler-Hammer serie 101.

National Electrical Manufacturers Association (NEMA) .Busway the modern way to power distribution.USA 2013

Oscar Alvarado. “Es el electro ducto la mejor opción?”. Disponible en <http://fotosdeelectricidad.es/wp-content/uploads/2012/11/Electroducto.pdf>

Proyectos de Inversión Nassir Sapag Chain 2da Edición 2011. Disponible en http://daltonorellana.info/wp-content/uploads/sites/436/2014/08/Proyectos_de_Inversion_Nassir_Sapag_Chain_2Edic.pdf

Victor García (1997). Normalización y Diseño de un Sistema de Distribución de Energía Eléctrica de Baja Tensión por Medio de Ducto Barra (Tesis de Grado). Universidad San Carlos de Guatemala. Ciudad de Guatemala. Guatemala.

Wagner Lapa Ramos. (2013). En su tesis titulada “Diseño y Aplicaciones de un Sistema de Distribución de Energía Eléctrica en Baja Tensión Mediante el uso de Ducto Barra” (Tesis de Grado). Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo. Perú.

ANEXOS

ANEXO N°1. CATALOGO DE CABLES N2XOH UNIPOLAR INDECO

ANEXO N°2. CATALOGO DE INSTALACION DE DUCTOBARRA LS

ANEXO N°3. PLANOS DE DIAGRAMAS UNIFILARES

ANEXO N°4. PLANOS DE ALIMENTADORES PRINCIPALES